

TYPEN JA FOSFORIN KIERTO NAVETASSA

CASE HAMK MUSTIALAN OPETUS- JA TUTKIMUSNAVETTA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Kevät, 2018

Susanna Valtonen

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Mustiala

Tekijä	Susanna Valtonen	Vuosi 2018
Työn nimi	Typen ja fosforin kierto navetassa	
Työn ohjaaja/t	Jari Heikkonen	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tuodaan esille naudan vaikutus ympäristöön ja ilmastonmuutokseen, sekä tarkastellaan suomalaisen maidon- ja naudanlihantuotannon yhteisvaikutuksia. Työn tavoitteena on tuoda esille ravinteiden hyväksikäytön pääpiirteet sekä erilaisia keinoja vaikuttaa ravinteiden hyväksikäyttöön. Työ pyrkii toimimaan havainnollistavana esimerkkinä maitotilan ravinnekierron ongelmakohdista sekä tuomaan esille ratkaisuja ja erilaisia laskentamalleja, joita jokaisen on mahdollista käyttää vastaavia laskelmia tehdessään.

Maatilat voivat tehostaa ravinteiden käyttöä sekä vähentää maatilalla tapahtuvaa ravinteiden hävikkiä tiedostamalla missä vaiheessa ketjua ravinteita katoaa. Opinnäytetyössä, jonka tilaaja on Ravinne- ja energiatehokas maatala –hanke, on laskettu HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla navetan typen ja fosforin kierto, sekä nostettu esille keskeisimmät parantamisehdotukset. Typen ja fosforin kierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla navetassa on laskettu aikavälille 1.5.2016 - 30.4.2017. Työn tilakohtaiset tulokset on esitelty Maataloustieteen Päivillä postereina sekä hankkeen kotisivuilla www.ravinnejaenergia.fi.

Työssä tuodaan esille lehmäkohtaiset vertailuluvut, joita jokainen lypsykarjatila voi käyttää vertailulukuinaan. Lisäksi työssä käsitellään ravinne- ja fosforin laskentaa ja niiden tulkintaa. Laskelmissa on nostettu esille useita tutkittuja ravinnearvoja, mikäli joitain ravinnearvoja ei ole pystytty tilalla mittaamaan. Käytettyjen ravinnearvojen valinta on perusteltu opinnäytetyössä.

Avainsanat typpi, fosfori, ravinnekierto, maidontuotanto

Sivut 136 sivua, joista liitteitä 53 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries
Mustiala

Author	Susanna Valtonen	Year 2018
Subject	Nitrogen and phosphorus cycle in cowhouse	
Supervisors	Jari Heikkonen	

ABSTRACT

This thesis about Nitrogen (N) and phosphorus (P) cycle in a cowhouse showcases the effects of bovine housing to environment and climate change. The thesis also observes the combined effects of Finnish dairy and beef cattle production. The aim of this thesis was to bring out the main features of nutrients utilization and different ways to influence nutrient utilization. The thesis strives to act as an illustrative example of dairy farm nutrient cycle conundrums and to showcase different solutions and calculation models for everybody to work with.

Dairy farmers can accelerate nutrient utilization and reduce nutrient waste on their farms by becoming conscious of in which part of action sequence nutrients vanish. This thesis, ordered by Ravinne- ja energiatehokas maatala -project, calculated nitrogen and phosphorus cycle in HAMK Mustiala teaching- and research cow house and showcases the vital propositions for improving utilization of these nutrients. The nutrient cycle of Mustiala teaching- and research cow house was calculated for the period of 1.5.2016 – 30.4.2017. The outcome of these calculations was also presented at Maataloustieteen Päivät 2018 and on the project home page www.ravinnejaenergia.fi.

The thesis brings out individual figures per cow, that can be compared for each/every dairy farm. In addition, the thesis covers nutrient balance calculation and construction of nutrient balances. In calculations, several studied nutrient values were brought out, in case these nutrient values cannot be measured on farm level. Used nutrient values are justified in this thesis.

Keywords nitrogen, phosphorus, nutrient cycle, dairy farm

Pages 136 pages including appendices 53 pages

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. NAUTAKARJATALOUDEN RAVINNEKIERTO JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	2
3. TYPEN KIERTO MAIDONTUOTANNOSSA	5
3.1 Typpi.....	5
3.1.1 Ammoniakki.....	6
3.1.2 Urea	7
3.1.3 Metaani.....	7
3.2 Typpi lypsylehmän ruokinnassa	8
3.3 Lypsylehmän valkuaisruokinta	9
3.3.1 Ureaindeksi.....	13
3.4 Typen määrä tuotteissa.....	14
3.4.1 Maito	14
3.4.2 Liha ja vasikka	15
3.5 Typen määrä sonnassa ja virtsassa	16
3.5.1 Ammoniakkipäästöt.....	17
3.5.2 Normilantalaskenta	17
4. FOSFORIN KIERTO MAIDONTUOTANNOSSA	18
4.1 Fosfori.....	18
4.2 Fosfori lypsylehmien ruokinnassa	19
4.3 Lypsylehmän fosforiruokinta.....	20
4.4 Fosforin määrä tuotteissa	22
4.4.1 Maito	22
4.4.2 Liha ja vasikka	22
4.5 Fosforin määrä sonnassa ja virtsassa	23
5. TYPEN JA FOSFORIN KIERTO	23
5.1 Typen ja fosforin kiertokaavion mallintaminen maitotilalla	23
5.2 Typen ja fosforin kiertokaaviot	26
6. RAVINNETASEET JA RAVINNEKIERTO	28
6.1 Karjatilán porttitase	29
6.2 Karjatase.....	31
6.3 Lantatase	33
6.4 Primääriravinnatase	34
7. RAVINNEYLJÄÄMÄN VÄHENTÄMINEN	36
7.1 Ruokinnan keinot ravinteiden hyväksikäytön tarkentamiseen	36
7.1.1 Vapaaehtoisen syönnin ennustaminen	37
7.1.2 Ruokinnan optimointi.....	38
7.1.3 Säilörehun ravinteiden hävikin vähentäminen	40
7.1.4 Typen hyväksikäytön tehostamisen ruokinnassa	41
7.1.5 Fosforin hyväksikäytön tehostaminen ruokinnassa	42
7.2 Lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen.....	42

7.2.1	Teknologisten ratkaisuiden vaikutus talouteen	42
7.2.2	Lannan käyttäminen uudelleen kuivikkeena.....	43
7.2.3	Lietelannan happokäsittely	45
7.2.4	Lietesäiliön kattaminen	47
8.	CASE MUSTIALAN OPETUS- JA TUKIMUSNAVETTA	49
8.1	Ruokinta	50
8.1.1	Kotoiset rehut	50
8.1.2	Ostorehut.....	52
8.2	Kuivitus.....	54
8.3	Lanta.....	55
9.	TYPEN KIERTO MUSTIALAN NAVETASSA	55
9.1	Typen portti- ja peltotase.....	58
9.2	Typen karja- ja lantatase	59
9.3	Typen primääriravinnetase	61
10.	FOSFORIN KIERTO MUSTIALAN NAVETASSA	62
10.1	Fosforin portti- pelto- ja karjatase	64
10.2	Fosforin primääriravinnetase	66
11.	RAVINTEIDEN HYVÄSIKÄYTTÖ MAIDONTUOTANNOSSA.....	67
12.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	73
	LÄHTEET	77

LIITTEET

Liite 1	Maataloustieteenpäivät 2018, Typen kierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla 2016. (Rekola & Valtonen)
Liite 2	Maataloustieteenpäivät 2018, Fosforin kierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla 2016. (Valtonen ja Rekola)
Liite 3	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät toukokuu 2016
Liite 4	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot toukokuu 2016
Liite 5	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät kesäkuu 2016
Liite 6	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot kesäkuu 2016

Liite 7	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät heinäkuu 2016
Liite 8	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot heinäkuu 2016
Liite 9	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät elokuu 2016
Liite 10	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot elokuu 2016
Liite 11	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät syyskuu 2016
Liite 12	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot syyskuu 2016
Liite 13	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät lokakuu 2016
Liite 14	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot lokakuu 2016
Liite 15	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät marraskuu 2016
Liite 16	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot marraskuu 2016
Liite 17	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät joulukuu 2016
Liite 18	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot joulukuu 2016
Liite 19	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät tammikuu 2017
Liite 20	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot tammikuu 2017
Liite 21	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät helmikuu 2017
Liite 22	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot helmikuu 2017
Liite 23	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät maaliskuu 2017
Liite 24	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot maaliskuu 2017
Liite 25	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma lypsylehmät huhtikuu 2017
Liite 26	Karjakompassi, Ruokinnanseuranta päivälaskelma hiehot huhtikuu 2017

- Liite 27 Lanta-analyysi, lietelanta
- Liite 28 Lanta-analyysi, separoitu kuivajae
- Liite 29 Lanta-analyysi, separoitu nestejae

1. JOHDANTO

Typpi ja fosfori ovat maataloudessa välttämättömiä ravinteita eläinten ruokinnassa ja kasvien lannoituksessa. Ravinteiden kulutusta ja hävikkiä voi seurata laskemalla ravinnevirtoja ja ravinnetaseita. Ravinnevirtoja tarkasti seuraamalla on mahdollista löytää maatilan ravinnekierrosta kohdat, joissa ravinteita häviää enemmän tuotantopanoksiksi, kuin prosessista saadaan tuotteita. Hukkaantuville ravinteille pitää löytää syy. Ylimääräiset ravinteet ja huolimaton ravinteiden käyttö aiheuttavat päästöjä ympäristöön voimistaen kasvihuoneilmiötä ja rehevöittäen ympäristöä. Hukatut ravinteet ovat pois tuotantopanoksista, mutta kuitenkin kustannus. Rajoitetuilla lannoitemäärillä ravinnehävikki on pois sadosta, mikä vaikuttaa taloudelliseen tulokseen. Ruokinnan tarkentamisella voidaan vaikuttaa sonnaan ja virtsaan päätyviin ravinteisiin sekä tehostaa ruokinnan ravinteiden hyväksikäyttöä maidontuotannossa.

Työssä on laskettu vuoden tarkastelujaksolla HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan navetan ravinnevirrat eli kuinka paljon navettaan on ostettu ja tuotettu tilalla ravinteita, kuinka paljon navetasta on poistunut eläinten ja maidon mukana ja mikä määrä on lähtenyt reuhävikkinä sekä päätynyt lantaan. Mustialan navetan tehdyssä laskelmassa ostorehut, pelloille levitettävä lanta ja ostetut kuivikkeet on pystytty laskemaan tarkoilla tilakohtaisilla arvoilla. Kotoisista rehuista viljoille ja kuivikkeena käytettävälle oljelle on käytetty valtakunnallisia arvoja. Maidon osalta fosforipitoisuutta ei ole pystytty määrittämään tarkaksi, joten on käytetty yleistä arvoa. Poistettujen eläinten ruhojen tarkkoja pitoisuuksia ei myöskään ole pystytty määrittämään tarkastelun aikana, vaan niiden painoa on verrattu aikaisempiin tutkimustuloksiin ja niiden ravinnepitoisuuksiin.

Työn avulla halutaan tarkastella erilaisia ravinnetaseiden ja virtojen laskentamenetelmiä. Työn tavoitteena on olla selkokielineen malli ravinteiden laskentaan ja antaa lukijalleen esimerkkejä ravinteiden kierrätyksen parantamismahdollisuuksista. Työssä esitetyt parantamisehdotukset ovat tilakohtaisia ehdotuksia. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty työn tuloksena tehdyt tyypin ja fosforin kierron posterit HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalta.

2. NAUTAKARJATALOUDEN RAVINNEKIERTO JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ympäristön tilan ja ilmastonmuutoksen vuoksi on nautakarjatalous suuren kritiikin kohteena ja keskustelu sekoittaa useasti globaalit ongelmat suomalaisen tuotantoon. Nautakarjatalouden ravinnekierto on monimutkainen kokonaisuus, jossa sekaannukset käsitteissä ja epävarmat tutkimustulokset yleistetään ottamatta mukaan koko nautakarjatalouden ravinnekiertoa. Ympäristöongelmia voidaan katsoa sekä kuluttajan että tuottajan näkökulmasta. Suomalaista märehijätuotantoa tulisi katsoa eri näkökulmasta kuin tuotantoa suurvalloissa, sillä tuotantotapa ja olosuhteet ovat erilaisia. Kokonaisuuden ymmärtäminen on tärkeintä, sillä globaalisti maatalousmaasta 40 % kelpaa lähinnä vain nurmentuotantoon. (Virkajärvi & Järvenranta 2018)

Suomen tilanne suhteessa globaaliin tilanteeseen on hyvä, koska Suomessa tuotetaan suhteessa vähemmän naudanlihaa kuin muualla maailmassa. Tärkeimpiä tekijöitä nautakarjatalouden ympäristövaikutuksia Suomen eduksi katsottaessa ovat kotoisten rehujen korkea osuus ruokinnassa, naudanlihan maidontuotannolle jakaantuva ympäristövaikutus, soijan käytön vähäisyys, maan pinta-alan suhteutettuna pieni peltopinta-ala sekä lainsäädäntö. Suomalaista nautakarjataloutta tarkastellessa pitää tarkastella naudan sijaan nautaa + nurmea, sillä suomalainen nauta elää pääosin nurmella. Nurmen positiivisia ympäristövaikutuksia on eroosion vähentäminen, maan rakenteen ylläpitäminen, maan hiilivarojen ylläpito (häviämisen hidastaminen), tehokas ravinteiden otto, nurmipalkokasvien typensidonta, peltomaan N₂O-päästöjen pienentäminen, biodiversiteetin lisääminen, maiseman eettisyyden kasvattaminen sekä vähäinen kasvinsuojeluaineiden käyttö. (Virkajärvi & Järvenranta 2018)

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet vuosien 1990-2015 välillä 14 %, johtuen väkilannoitteiden käytön vähenemisestä (37 %) sekä maatalouden rakennemuutoksesta. Päästöjä ovat kuitenkin lisänneet eläinkohtaisen tuotoksen kasvu, lietelannan yleistyminen sekä eloperäisillä mailla olevien peltujen lisääntyminen. Nautakarjan määrän vähetessä on nautakarjan metaanipäästöjen suhteellinen kehitys ruuansulatuksessa kuitenkin kasvanut. Taakanajosektorilla Suomen maatalouden päästöjen suuruudeksi katsotaan 6,5 Mt CO₂-ekv, josta nautojen ruuansulatuksen osuus on 2,1 Mt CO₂-ekv, lannan käsittelyn osuus 0,75 Mt CO₂-ekv, maatalousmaan osuus 3,4 Mt CO₂-ekv ja muun osuus 0,22 Mt CO₂-ekv. LULUCF-sektorilla (metsien hiilinielulaskenta) Suomen maatalouden päästöiksi katsotaan 7,3 Mt CO₂-ekv. Suomen kokonaispäästöistä maatalouden päästöiksi katsotaan kuuluvan 25 %. (Vainio-Mattila 2017)

Maatalouden päästövähennyskeinot jaetaan kolmeen osaan eli maankäyttöön liittyviin toimiin, maaperään liittyviin toimiin ja eläintuotantoon liittyviin toimiin. Maankäyttöön liittyvissä toimissa tulisi eloperäisillä maatalousmailla lisätä nurmen osuutta ja nostaa pohjaveden pintaa sekä rajata eloperäisen maan pinta-alan kasvua. Kivennäismailla tulisi lisätä hiilinieluja. Maaperään liittyvissä toimissa tulisi tarkentaa typpilannoitusta, kasvattaa talviaikaista kasvupeitteisyyttä, siirtyä täsmäviljelyyn sekä suunnitella tarkemmin lannoitusta ja panostaa teknologiaan. Eläintuotannon toimissa nautojen ruokintaa tulisi tarkentaa, jalostusta ohjata kestävämpään suuntaan ja tuotosikää pidentää. Lannan käsittelyyn ja varastointiin sekä erilaisiin menetelmiin tulisi myös kiinnittää huomiota. Maatiloja pyritään ohjaamaan kohti toivottuja kasvihuonekaasupäästöjä pienentäviä toimenpiteitä kansainvälisen ilmastopolitiikan, maatalouspolitiikan ja muiden politiikan sektoreiden tavoitteiden kautta. Merkittävin päästövähennysohjelmista lypsykarjatalouden päästöjen kannalta on ammoniakkitoimintaohjelma, joka listaa tärkeimmiksi ammoniakkipäästöjä vähentäviksi toimenpiteiksi lietelannan ja virtsan sijoituslevityksen, pintaan levitettävän lietteen, virtsan ja kuivalannan multauksen sekä lantavarastojen kattamisen. Lisäksi korostetaan ravinteiden kierrätystoimien tehostamista ja ruokinnan tarkentamista. Lainsäädännöllisin keinoin ammoniakkipäästöjen vähentämistä ohjataan myös nitraattiasetuksen ja eläinsuojien ympäristölupien kautta. (Vainio-Mattila 2017)

Nautakarjatalouden tuotannon KHK-päästöjä eli kasvihuonekaasu-päästöjä on kuitenkin mahdollista pienentää. KHK-päästöjen pienentämiseen tähtääviä toimenpiteitä ovat hyvä eläinainees, pellon peruskunnon ylläpito ja tuotannon keskittäminen hyvälle pelloille, tasapainoinen lannoitus, hyvä karkearehun D-arvo, väkirehumäärän optimointi sekä naudanlihantuotannossa tehokas kasvatus, jolloin eläimet voidaan teurastaa nuorempina. Edellä mainituissa tapauksissa tuotekohtaisia päästöjä voidaan vähentää tuotannon järkevällä tehostamisella. Vuonna 2014 maatalouden KHK-päästöt muodostivat koko Suomen päästöistä 11 %. Suomen kokonaispäästöt olivat 59,1 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Maataloussektorin kasvihuonekaasujen päästöt jakautuivat kotieläinten ruuansulatukseen 32 %, lannankäsittelyyn 11 %, maatalousmaahan 53 %, kasvitähteiden polttoon pelloilta 0,04 %, kalkitukseen 3 % ja urean levitykseen 0,004 %. (Virkajärvi & Järvenranta 2018)

Suomessa tapahtuva CO₂-päästöjen sidonta on maatilojen vaiettu hyvä, Suomen ollessa biotalouden ja luonnonvarojen suurvalta. Suomen pinta-alasta 75 % on metsää ja 7 % peltoa. Kaikella tällä alalla on mahdollisuus fotosynteesiin. Yli 80 miljoonaa tonnia CO₂ viedään kiertotalouteen hakkuina materiaaliksi ja lämmöksi ja 5-10 miljoonaa tonnia CO₂ viedään ruokapöytään. Maaperästämme vapautuu vuodessa 6 miljoonaa tonnia CO₂. Pieneliöistä ja eläimistä vapautuu 6 miljoonaa tonnia CO₂ekv. metaanina ja ilokaasuna. Peltoalamme puolestaan sitoo 20 miljoonaa tonnia CO₂ hyvään satoon. Vuosittain metsämme sitovat 150 miljoonaa tonnia CO₂, josta 50 miljoonaa tonnia jää puustoon. (Pietola 2018)

Eläinpäästöjä syytetään kohtuuttomasti suhteessa niiden todelliseen vaikutukseen ja fossiilisiin päästöihin. Lannan sijoittamisella on suurempi merkitys ammoniakkin ja typen käytön tehokkuuteen kuin kasvihuonepäästöihin kokonaisuudessa. Suomen kokonaispäästöt ovat 59,1 miljoonaa tonnia CO₂-ekv, joista Suomen noin miljoonan naudan metaanipäästöt 2 miljoonaa CO₂-ekv/v. Tulee myös huomioida, ettei ammoniakki ole KHK-päästö vaan päästöjä aiheuttaa metaani. Maataloudella on näin ollen suuri rooli ilmastonmuutoksen ratkaisussa, sillä maatalous mahdollistaa hiilen sidonnan takaisin kasvaviin kasveihin, jolloin maaperän hiilivarasto karttuu juuriston sitoessa osan hiilestä itseensä. Maatalouden kaasut on siis mahdollista kierrättää takaisin kasveihin, mikäli maapallon fotosynteesiä tuottavaa pinta-alaa ei vähennetä ja fossiilista energiantuotantoa korvata myös uusiutuvalla energiantuotannolla. Mikäli eläinmäärä kasvaa, lannankäsittelyn ja ravinteiden kierrätyksen merkitys kasvaa entisestään. Se, miten saadaan pidettyä hiilen sidontaa yllä, vaatii politiikan puolelta tukea ja kannustusta ilmastotoimiin. Märkyys vie fotosynteesiltä hapen, joten valumavesien hallintaan niin maatiloilla kuin niiden ulkopuolellakin tulee panostaa. Peruskuivatus on tähän mahdollisuus. (Pietola 2018)

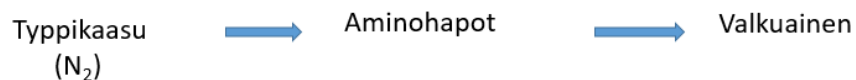
Ilmastonmuutoksen vähentäminen on tärkeää ja jokaisen asia, mutta se onnistuu parhaiten, mikäli tietää eri päästövähennysten suuruusluokan. Maitotuotteet ja naudanliha ovat saaneet suhteettoman suuren negatiivisen huomion suhteessa niiden vaikutukseen ilmaston muutoksen torjunnassa. Syyllistäminen ei ole ratkaisu ilmastonmuutoksen torjunnassa vaan jokaisen tulee pohtia omia valintojaan. (Virkajärvi ja Järvenranta 2018)

Nautakarjatalouden ympäristövaikutuksia Suomessa tutkittaessa ei ulkomaisia tutkimustuloksia saisi soveltaa suoraan vaan tulisi olla kriittinen, jotta päästään todelliseen tulokseen. Ympäristövaikutuksia tulisi tarkastella holistisella lähestymistavalla, ottaen huomioon ravinteiden takaisin kytkennät, vaikutusluokat, kustannus-hyötyanalyysi sekä erilaisten ympäristövaikutusten välisten näkemysten ristiriidoista johtuvat arvovalintakysymykset. Globaalit ja lokaalit vaikutukset tulee erottaa toisistaan. Vaikutusten arvioinnin ja ympäristöhaittojen ehkäisyn vuoksi tulee olla tarkka myös eri eläinlajien erottamisesta toisistaan. Suomessa tehtäviä toimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ovat vesistöjen fosforikuormituksen minimointi, tuotekiloa kohden olevan KHK-päästön vähentäminen, peltomaassa olevan hiilen vapautumisen hidastaminen, karjanlannan typen hyväksikäytön parantaminen, luonnon monimuotoisuuden säilymisen tukeminen sekä kotimaisen tuotannon tukeminen. (Virkajärvi & Järvenranta 2018)

3. TYPEN KIERTO MAIDONTUOTANNOSSA

3.1 Typpi

Typpi (N) on luonnossa kaksiatomisena typpikaasuna (N_2) esiintyvä hyvin yleinen alkuaine, joka on osana monissa elämälle välttämättömissä yhdisteissä. Typeä esiintyy maaperässä ja vesistöissä erilaisina yhdisteinä ja vapaana alkuaineena ilmakehässä. Kaikissa eliöissä maapallolla on typpiyhdisteitä. Tärkeimpiä typpipitoisia yhdisteitä ovat aminohapot sekä niistä muodostuneet valkuaiset, kuva 1. Eläinten on saatava tarvitsemansa typpi kasveja tai muita eläimiä syömällä, sillä ne eivät voi sitoa typeä suoraan ilmasta itseensä. Aminohapot ovat orgaanisia yhdisteitä, joita lypsylehmä pystyy muodostamaan pötsinsä mikrobeista tarpeensa mukaan. Proteiinit eli valkuaisaineet ovat aminohappoketjuista koostuvia orgaanisia yhdisteitä. Lypsylehmällä proteiinit toimivat solujen rakennusaineena suorittaen samalla lähes kaikki solun toiminnot. Tämä tekee proteiineista välttämättömiä elintoiminnoille. Elintoimintojen ylläpidon ja kasvun lisäksi lypsylehmät tarvitsevat valkuaista maidontuotantoon. (Paasonen-Kivekäs 191-196)



Kuva 1 Typpikaasun rakentuminen proteiiniksi. Proteiinina ravinne on lypsylehmällä käyttökelpoisessa muodossa.

Typestä puhuttaessa puhutaan kokonaistypestä, orgaanisesta typestä ja epäorgaanisesta typestä eli liukoisesta typestä. Orgaaninen typpi on eloperäiseen ainekseen sitoutunutta typeä. Orgaanista typeä on suurin osa maaperän typestä. Siellä se on eloperäiseen ainekseen sitoutuneena, vapautuen näin ollen hitaasti. Tämän typen kasvit voivat hyödyntää vain osittain. Olosuhteista riippuen typpi muuttuu maaperässä kasveille käyttökelpoiseen muotoon eli mineralisoituu pieneliötoiminnan aikaansaamana eloperäisestä aineksesta. Epäorgaanista eli liukoista typeä kasvit saavat käyttöönsä typen muuttuessa niille käyttökelpoiseen muotoon (NH_4^+ tai NO_3^-). Kokonaistyppi on orgaanisen ja epäorgaanisen typen yhteenlaskettu määrä. (Virtanen 2017)

3.1.1 Ammoniakki

Ammoniakki (NH_3) on väritön kaasu, jonka pistävä haju muistuttaa voimakasta virtsan hajua. Ammoniakki on emäksinen ja sen kaasu on ensimmäisen luokan myrkky, vesiliuos toisen luokan myrkky. Tyypestä syntyy kaasumaisia päästöjä ammoniakin haihtuessa typpiyhdisteistä ilmaan. Korkeassa pH:ssa ammoniakki muodostuu ammoniumista. Maaperästä ammoniakin haihtuminen on melko vähäistä, mutta lannasta runsasta sen levietyksen ja käsittelyn yhteydessä sitä vapautuu runsaasti. Lannan korkea pH:n nousua aiheuttaa urean hydrolyysi, jossa syntyvät bikarbonaatti-ionit aiheuttavat pH:n nousun. Tällöin ammoniumionit muuttuvat ammoniakiksi, joka haihtuu lämpötilan vaikutuksen ja käsittelyn seurauksena herkästi. Hydrolyysi on kemiallinen reaktio, jossa yhdiste hajoaa, kun lähtöainekseen lisätään vettä. (Paasonen-Kivekäs 2016, 192-198)

Suurin osa kotieläintuotannon kaasumaisista päästöistä on peräisin sonnasta ja virtsasta sekä niistä muodostuneesta lannasta, mutta kaasuja muodostuu myös suoraan eläimestä ja rehuista. Kotieläintuotannon kokonaisammoniakkipäästöistä 18-37 % on peräisin tuotantorakennuksista. Tuotantorakennuksen ammoniakkipäästöihin vaikuttaa lukuiset tekijät, kuten eläinten ruokinta, sisälämpötila, ilman nopeus lantakerroksen pinnassa, lannan lämpötila ja pH, lattian rakenne ja lannan peitossa oleva lattiapinta-ala, lannan poistoväli, rehun kulutus sekä lisäaineiden käyttö rehussa ja lannassa. Ulkolämpötilan noustessa asteen lisääntyvät päästöt 2,6 %, mistä voidaan suoraan huomata päästöjen olevan kesällä paljon korkeampia kuin talvella. Tämä päästö kasvaa eksponentiaalisesti eli suoraan verrannollisesti maidon ureapitoisuuden noustessa. (Hellsted, Luostarinen, Regina, Särkijärvi, Grönroos & Haapala 2017)

Ammoniakin haihtumista voi hillitä vähentämällä mahdollisuuksia ammoniakin muodostumiseen. Rehut eivät saisi sisältää ylimääräistä tyypeä, jota eläin ei pysty käyttämään. Tätä voidaan tarkastella valkuaisen hyötysuhteella, sillä mitä vähemmän lantaan ja virtsaan päätyy muuttuvia typpiyhdisteitä, sitä pienempi on niiden vapautumisen mahdollisuus. Valkuaisruokinnan optimointi näkyy syntyvän lannan ravinnemäärässä ja erityisesti virtsan typpipitoisuudessa. Korkea lämpötila ja lannan siirtely edesauttavat ureaentsyymin toimintaa ja ammoniakin vapautumista. Lietelannan laimentaminen vedellä puolestaan laskee mikrobitoiminnan tehokkuutta olosuhteiden muuttuessa mikrobeille epäystävällisempään suuntaan. Toimiakseen ureasynteesi tarvitsee kuitenkin kosteat oltavat, joten erittäin korkealla lannan kuiva-ainepitoisuudella voidaan vähentää mikrobitoimintaa. Happamuutensa vuoksi kuivikkeista turve sitoo parhaiten ammoniakkia, joten sitä kuivikkeena käyttämällä voidaan alentaa eläinsuojan ammoniakkipitoisuutta ja raikastaa ilmaa. (Kaski & Luomajärvi 2000, 13-14)

3.1.2 Urea

Urea on orgaaninen yhdiste, josta käytetään myös nimitystä karbamidi tai karbonyylidiamidi. Urea on puhtaana valkoista ja vesiliukoista ja sillä on ammoniakkinen haju. Nisäkkäillä urea on normaalin proteiiniaineenvaihdunnan lopputuote, joka syntyy maksassa. Ammoniakki muuttuu aineenvaihdunnassa ureaksi. Urea poistuu lypsylehmästä muiden typpiyhdisteiden mukana virtsassa ja maidossa. Synteettisesti valmistettua ureaa käytetään lisätyn lähteenä ruokinnassa ja sen avulla voidaan säilöä olkea ja viljaa. (Paasonen-Kivekäs 2017, 191-196; Jaakkola 2010, 56-57)

Urea sisältää 46 % typpeä, josta johtuen sen säilöntävaikutus perustuu ammoniakkiin, jota vapautuu ureasta rehussa. Urea hajoaa ammoniakiksi pötsissä. Urean liikkakäyttö voi aiheuttaa eläimille myrkytyksen, joten rehu-urean käyttö on perusteltua vain, jos pötsimikrobien typen saanti muista rehuista on liian vähäistä. Rehu-urea sisältää runsaasti helppoliukoista typpeä pötsimikrobien valkuaisen lähteeksi ja se soveltuu seosrehuruokinnassa valkuaisen täydennykseksi, jos säilörehussa on matala valkuaispitoisuus. Rehu-ureaa saa käyttää ruokinnassa vain märehittäjille, joilla on toimiva pötsi, mikä tarkoittaa suositukseksi yli kuuden kuukauden ikäisiä nautoja. Urean käytön aloittaminen rehussa pitää tehdä asteittain määrää nostoen. Ruokinnan kokonaistypestä voi olla peräisin ureasta korkeintaan 30 %. Rehu-urealla saa korvata ruokinnan valkuaispitoisuutta, mikäli ruokinnassa on korkea helposti sulavien hiilihydraattien määrä ja matala liukoisen typen määrä. (Jaakkola 2010, 57; Suomen rehu n.d.)

3.1.3 Metaani

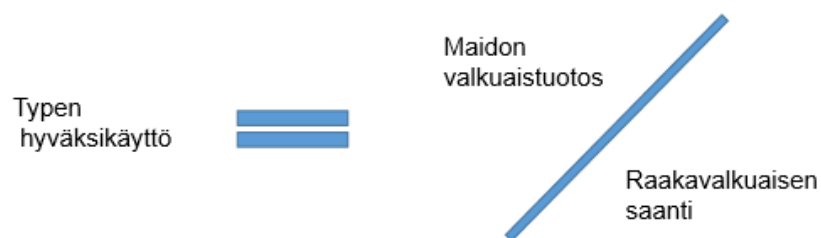
Metaani (CH_4) on yksinkertaisin hiilivety. Metaani on ilmaa kevyempi kaasu ja sitä pidetään hiilidioksidin ohella yhtenä merkittävimmistä kasvihuonekaasuista. Metaania syntyy, kun eloperäinen aine mädäntyy hapettomissa oloissa, kuten eläinten ruuansulatuskanavassa. Naudan kohdalla tällä tarkoitetaan pötsiä. (Paasonen-Kivekäs 2017, 197; Autio & Kulmala 2008, 26-27)

Tuotettu metaani sitoutuu takaisin kasvustoon fotosynteesissä vedestä, valosta ja hiilidioksidista. Rehu, jonka märehittäjä syö, sisältää keskimäärin 45 % kuiva-aineestaan hiiltä, joka märehittäjän ruuansulatuksessa hajoaa ja muodostaa CH_4 -kaasua. CH_4 yhdistyessä H_2O :n kanssa, muodostuu CO_2 . Hiilidioksidi yhdistyy veteen auringon energian vaikutuksesta ja sitoutuu takaisin kasvustoon, jolloin voidaan puhua symbioottisesta typensidonnasta. (Pietola 2018)

Lypsylehmistä puhuttaessa nousee monesti esille niiden ilmastovaikutukset, sillä niiden ruuansulatuksessa syntyy metaania. Metaanin tuottonsa vuoksi naudanlihan ympäristövaikutukset ovat suuremmat kuin muiden eläimien. Märehtijänä nauta kuitenkin kuittaa tämän vain negatiivisen ympäristövaikutuksensa ollen loistava nurmien hyödyntäjä, jolloin nurmet pääsevät varastoimaan ilmakehän hiiltä. (Berninger 2015)

3.2 Typpi lypsylehmän ruokinnassa

Lypsylehmän ruokintaa tarkastellessa ja laskiessa tulee erottaa pötsimikrobien typen tarve (PVT) ja isäntäeläimen aminohappojen tarve eli ohut-suolella imeytyvän valkuaisen tarve (OIV). Rehuannoksen valkuaispitoisuuden ollessa noin 130-140 g/kg ka eli 13-14 % kuiva-aineesta tyydyttyy pötsimikrobien typen tarve. Typen tarpeeseen vaikuttaa muun muassa säilölrehun sulavuus sekä mikrobien saama energia, sillä energian saannilla on suora yhteys typen tarpeeseen. Typen hyväksikäyttö kuitenkin huononee rehuannoksen typpimäärän kasvaessa. Typen hyväksikäyttö on lypsylehmillä parhaillaan 32-35 %, jolloin noin kolmannes rehun tuestä erittyy maitoon. Loppu kaksi kolmasosaa päätyy sontoon ja virtsaan. Paras typen hyväksikäyttö ruokinnassa saavutetaan, kun rehuannoksen typpi kattaa mikrobien tarpeen, mutta pötsissä ei synny ammoniumtypen hävikkiä, (kuva 2). Valkuaisväkirehuilla rehuannoksen typpipitoisuutta lisätessä päätyy lisätyyppästä maitovalkuaiseen vain 20-25 %. (Rinne 2010)



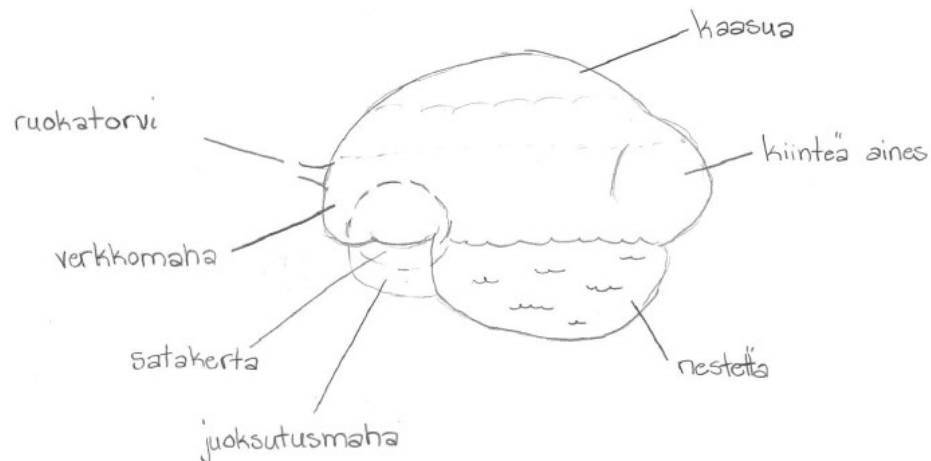
Kuva 2 Typen hyväksikäyttö lasketaan jakamalla maidon valkuaistuotos lypsylehmän valkuaisen saannilla. Lisävalkuaista ruokintaan lisätessä voi sen kannattavuuden laskea jakamalla maidonmyynnin lisätuoton ruokinnan lisäkustannuksella.

Typen määrästä lypsylehmän ruokinnassa kertoo ruokinnan valkuaispitoisuus. Kotoisen typen määrää ruokinnassa voidaan lisätä tilalla ruokintaan tuotettujen valkuaisrehujen myötä. Tällöin typpeä sitovat palkokasvit vähentävät myös typpilannoitteiden oston tarvetta lisäten tilan omavaraisuutta, joka nostaa tilan huoltovarmuutta ja ruokaturvaa. Perinteisimpiä käytettäviä kotoisia palkokasveja ovat nurmipalkokasvit ja palkoviljat. Palkokasveja voidaan käyttää ruokinnassa joko tuorerehuna tai kokoviljasäilörehu-seoksissa. Valkuaisen ollessa rehuannoksen kallein komponentti, on ruokinnan valkuaisen optimoinnilla suuri vaikutus ruokinnan taloudellisuuteen. Korkeilla valkuaisasoilla ruokittaessa lisävalkuaisen marginaalinen hyväksikäyttö on vain 5-10 %, mikä ei ainakaan nosta pinnalla olevan märehtijätuotannon julkisuuskuvaa. Valkuaisen hyväksikäyttö siis vähenee ruokinnan saavuttaessa korkeita valkuaispitoisuuksia. (Rinne 2010)

Naudan ollessa heikko rehun typen hyväksikäyttäjä voi maidontuotannossa typen hyväksikäyttö yltää vain noin 25-35 % luokkaan. Ylimääräinen typpi eritetään sontaan ja virtsaan. Tehdyissä kontrolloiduissa kammiotutkimuksissa 2-3 % rehun tyypestä häviää ammoniakkin muodossa, kun taas vastaavassa tutkimuksessa maatalaolosuhteissa on päädytty 11 % tappio luokkaan. Kun lasketaan koko ketjussa tapahtuvaa hävikkiä, päästään lukuun 35 % rehutyypestä. (Hellsted yms. 2017)

3.3 Lypsylehmän valkuaisruokinta

Märehtijöiden typen tarve ilmaistaan valkuaisen tarpeena. Tarpeen määrittämiseksi on kehitetty valkuaisarvojärjestelmä, jotta voidaan mallintaa erilaisten rehujen ravitsemuksellista arvoa ruokinnassa. Märehtijöiden valkuaisaineenvaihdunnassa märehtijän pötsin symbioottiset mikrobit pystyvät tarvittaessa muodostamaan rehun ei-valkuaisyydestäkin valkuaista. Näin ollen märehtijät eivät ole niin riippuvaisia ravintonsa valkuaisen määrästä ja laadusta kuin yksimahaiset, (kuvat 2 ja 3). Märehtijää ruokittaessa ruokitetaan pötsimikrobeita, jolloin isäntäeläimenä toimiva lehmä käyttää ravinnokseen pötsimikrobeja ja näiden jätteitä. Mikrobivalkuainen päätyy lehmän ravinnoksi vasta kulkeutuessaan pötsistä pois suolistoon. Suurin osa märehtijän valkuaisesta koostuu näin ollen mikrobivalkuaisesta ja vain pieni osa rehun sisältämästä pötsin ohi kulkeutuneesta valkuaisesta. (Lamminen 2014)



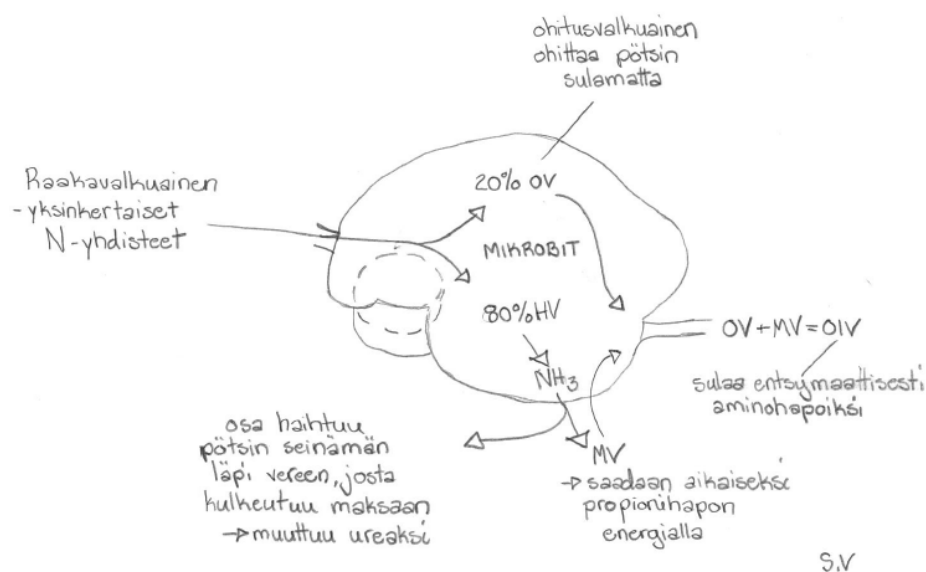
Kuva 2 Pötsin rakenne. (Valtonen, 2018)

Lypsylehmä ruokitaan perinteisesti nurmisäilörehuvaltaisella ruokinnalla, jolloin pötsi on täynnä rehumassaa. Rehumassa on pötsissä jossain määrin erotettavissa olevissa kerroksissa. Rehujakeesta nestemäinen ja hienojakoinen materiaali on alimmaisena. Hienojakoisen materiaalin päällä on sedimentoitumiskerros, jossa kiinteä aine, eli suuremmat rehuartikkelit sulautuvat hienomman joukkoon. Kiinteää ainesta lehmä vielä märehii hienojakoisemmaksi siirtäessään rehua suun ja pötsin välillä peristalttisilla ja antiperistalttisilla liikkeillä. Samojen supistavien liikkeiden ansiosta pötsin alaosassa oleva hienojakoinen ruokasula jatkaa matkaa verkkomahasta satakertaan. Ylimmäisenä pötsissä on kaasua, joka poistuu röyhtäisyjen mukana lehmän elimistöstä. (Vanhatalo 2010, 30-33.)

Pötsin mikrobit hajottavat proteolyyttisten entsyymiensä avulla valkuaisaineet ja muut tyypelliset yhdisteet välivaiheiden kautta ammoniakiksi, (kuva 3), jotta lypsylehmä voi käyttää rehusta saamansa ammoniakkin hyväkseen. Näin ollen pötsimikrobit käyttävät typpilähteenään pääasiallisesti ammoniakkia. Jotta hyväksikäyttö olisi hyvä, tulee mikrobien saada myös riittävästi energiaa. Tähän tarvitaan hiilihydraatteja, joista pötsikäymisen myötä vapautuu energiaa mikrobien käytettäväksi. (Vanhatalo 2010, 30-33.)

Mikäli pötsin ammoniakkipitoisuus on liian matala lehmän tarpeeseen nähden, hidastuu pötsimikrobien kasvu. Tämä puolestaan heikentää rehun sulavuutta ja syöntiä. Liian suurella pötsinesteen ammoakkipitoisuudella ja liian alhaisella pötsin energiapitoisuudella jää osa ammoniakista sitoutumatta mikrobivalkuaiseksi. Pötsissä sitoutumaton ammoniakki imeytyy verenkiertoon. Verenkierrossa osa ammoniakista menee eläimen sisäiseen

typen kiertoon, jota kutsutaan ureakierroksi. Maksa muuttaa verenkierron olevan myrkyllisen ammoniakkin virtsa-aineeksi eli ureaksi. Ureasta osa poistuu virtsan mukana elimistöstä ja osa kulkeutuu takaisin pötsiin syljen mukana tai diffusoitumalla pötsin seinämän läpi. Diffusoiutuessa molekyylit siirtyvät väkevämmästä liuoksesta laimeampaan tasoittaakseen pitoisuuksia. Pötsissä mikrobit hajottavat urean jälleen ammoniakiksi. Lehmän oman ureakierron vuoksi rehutyypen saannin vaihtelut tasoittuvat. Jos ammoniakkia on kuitenkin enemmän kuin maksa pystyy käsittelemään, ammoniakki kumuloituu eli kertyy vereen. Mikäli veressä oleva ammoniakkin määrä nousee liian suureksi, voi lehmä saada ammoniakkimyrkytyksen ja jopa kuolla. (Vanhatalo 2010, 30-33.)



Kuva 3 Valkuaisen sulatus pötsissä. (Valtonen, 2018)

Raakavalkuaisen kulkeutuessa pötsiin se hajoaa erilaisiksi typen yhdisteiksi, (kuva 3). Noin 20 % valkuaisesta eli OV ohittaa pötsin sulamatta siellä. Loput noin 80 % raakavalkuaisesta on hajoavaa valkuaisesta, joka pötsimikrobien toiminnan johdosta hajoaa typpi yhdisteiksi. Osa hajonneista typpiyhdisteistä kulkeutuu ohutsuoleen mikrobivalkuaisena ja osa haihtuu pötsin seinämän läpi ammoniakkina vereen, josta se kulkeutuu maksaan ja muuttuu ureaksi. Mikrobivalkuainen ja ohitusvalkuainen muodostavat yhdessä ohutsuolessa imeytyvän valkuaisen. (Vanhatalo 2010, 30-33)

Pötsissä muodostunut mikrobivalkuainen sekä pötsin ohi hajoamatta kulkeutunut ohitusvalkuainen kulkevat juoksumahan kautta ohutsuoleen. Juoksumahassa oleva pepsinientsyymi alkaa hajottaa valkuaisesta ja lysotsyymi mikrobisoluja. Lysotsyymi on entsyymi, joka pystyy hajottamaan bakteereja sekä monimutkaisia hiilihydraatteja. Näin ollen niiden ravintoaineet vapautuvat. Ohutsuoleen mennessä hapan ruokasula neutralisoituu

ja haimasta erittyvien ja suolessa olevien entsyymien vaikutuksesta valkuainen hajoaa aminohapoiksi. Haimasta erittyviä entsyymejä ovat trypsiini, kymotrypsiini, karboksipeptidaasi ja nukleaaasit. Suolessa olevia valkuaisen hajoamiseen vaikuttavia entsyymejä ovat endo- ja eksopeptidaasit. Ohutsuolessa sulamaton valkuainen voi hajota vielä paksusuolen mikrobitoiminnan ansiosta, jolloin se päättyy ammoniakkinä takaisin sisäiseen typhen kiertoon. Kokonaan ruuansulatuskanavassa sulamaton valkuainen sekä paksusuolessa muodostunut mikrobivalkuainen päätyvät sonnan mukana ulos ruuansulatuskanavasta. (Vanhatalo 2010, 30-33.)

Lypsylehmän valkuaistarpeen voi laskea laskemalla sen ohutsuolessa imeytyvän OIV:n tarve. Taulukossa 1 on esitetty lypsylehmän tarvittava OIV:n määrä grammoina. Ylläpidon päälle lasketaan sen maidontuotantoon tarvitsema OIV energiakorjattua maitokiloa kohden sekä ja tiineyteen viimeisillä kuukausilla tarvittava OIV. Lisäksi huomioidaan elopainon muutokseen tarvittava OIV:n lisäys tai vähennys. (Luke 2017)

Taulukko 1 Lypsylehmien OIV:n tarve. (Luke 2017)

Lypsylehmien OIV:n tarve (g/pv)	
Ylläpito (g/pv)	$1,8 \times \text{elopaino}^{0,75} + 14 \times \text{kuiva-aineen syönti (kg/pv)}$
Maidontuotanto (g/pv)	$(1,47 - 0,0017 \times \text{ekm (kg/pv)}) \times \text{valkuaistuotos (g/pv)}$
Elopainon muutos (g/kg epm)	233 g \times kg elopainon lisäystä 138 g \times kg elopainon vähentymistä
Tiineyslisä (g/pv)	7. kk: 75 8. kk: 135 9. kk: 205

Rinne (2010) korostaa, että lypsylehmän valkuaistarve, joka ilmaistaan OIV:n tarpeena, on vain suositus. OIV:n tarve ei ole samalla tavalla absoluuttinen kuin välttämättömien kivennäisaineiden, vitamiinien ja rasvahappojen tarve, sillä lehmä voi vähentää maidontuotoksensa tasolle, joka vastaa maidon rakennusaineiden saantia. Valkuaistäydennyksen sopiva määrä on ennen kaikkea taloudellinen kysymys eli kattaako lisämaidosta saatava tili valkuaisen hankinta- tai tuotantokustannuksen. Mikäli lypsylehmä alkaa laihtua kovasti, voi olla kannattavampaa ennemmin vähentää kuin lisätä valkuaisruokintaa, jolloin aminohappojen puute rajoittaa maidontuotantoa. Näin energiaa jää lehmän omaan kuntoutumiseen.

Lisävalkuaisen avulla voidaan lisätä myös säilörehun syöntiä. Säilörehun syönnin vaikutus korostuu, mikäli säilörehu on heikkolaatuista. Säilörehun raakavalkuaispitoisuuden ollessa niin pieni, että rehuannoksen PVT-arvo jää negatiiviseksi, on typhen lähteen lisääminen rehuannokseen tarpeellista. Lehmän tarvitsema OIV:n saanti toteutuu, mikäli pötsin mikrobivalkuaisyynteesi saa riittävästi typpeä. Mikrobien typhen saannin puute heikentää myös kuidun sulavuutta. Valkuaisehujen käytön lisääminen kan-

nattaa, mikäli lypsylehmän valkuaisen saantia voidaan lisätä nurmiviljaruokinnalla suhteellisen alhaiselta tasolta (13-15 %) kohtuulliselle tasolle (16-18 %) kuiva-aineesta voi tuotuskustannus lisääntyä 10 %. Tällä vaihtoehdolla maidon tuotantokustannus muuttuu edulliseen suuntaan. (Rinne, 2010)

3.3.1 Ureaindeksi

RaisioAgro on kehittänyt Ureaindeksi -työkalun typen hyväksikäytön arvioimiseksi. Se kertoo, onko ruokinnassa riittävästi valkuaista vastaamaan lypsylehmän valkuaisstarvetta. Ureaindeksin laskennassa suhteutetaan maidon ureapitoisuutta maidon valkuaispitoisuuteen. Indeksillä ollessa 130-140 on tilanne valkuaisruokinnan suhteen tasapainossa. Indeksillä arvolla ollessa korkea on rehussa valkuaista niukasti suhteessa maidon valkuaiseen, joka puolestaan näkyy maidon matalana ureana. Tällöin saatavilla oleva tyyppi hyödynnetään tehokkaasti, jolloin tyyppiä karkaa vähän suhteessa maidon tyyppiin. Tällöin kehoitetaan kiinnittämään huomiota lypsylehmien riittävään valkuaisen saantiin, jotta pötsimikrobeilla riittää ravintoa. Mikäli pötsimikrobeilla havaitaan ravinnon puutetta, tulee ruokintaan lisätä helposti hajoavaa ja laadukasta valkuaista. Alla esimerkki ureaindeksin laskentaan. (Vuorenpää 2018; Tuotostutka 2018)

Ureaindeksin laskentaan perustuu maidon valkuaispitoisuuden laskentaan. Esimerkki ureaindeksin laskennasta:

Ureaindeksi kaava

Esim. 30 kg maitoa, v-% 3,5 = 35g/kg = 1050 g/pv valkuaista

Urealuku 25 mg/100 ml maitoa, ureaa 7,5 g/ 30 kg maitoa

$1050 \text{ g maidon valkuaista} / 7,5 \text{ g ureaa} = 140$

Mikäli maidon urea on korkea tai maidon valkuainen matala, laskee indeksi alle tavoitetason. Tällöin maidossa on liian vähän valkuaista suhteessa ruokinnan valkuaisen määrään. Lehmän saama valkuainen hyödynnetään huonosti ja sitä karkaa suuria määriä ureana. Tässä vaiheessa tulee tarkastella säilörehun raakavalkuaisen tasoa sekä mahdollista energiavajetta. Energiavajeen tarkastelu on monesti ensimmäinen kohta, mikäli mikrobeilla ei riitä energiaa valkuaisen sulatukseen vaan se päättyy osaltaan suoraan sontoon. (Vuorenpää 2018; Tuotostutka 2018)

3.4 Typen määrä tuotteissa

3.4.1 Maito

Maito koostuu noin 87-prosenttisesti vedestä. Lopuista noin 13 prosentista noin 9 % on rasvattomia kuiva-aineita kuten proteiinia, laktoosia, vitamiineja ja kivennäisaineita. Viimeiset noin neljä prosenttia maidon koostumuksesta on rasvaliukoista osaa, joka sisältää maidon rasvat. Raakamaidon koostumukseen vaikuttaa useat tekijät kuten ruokinta, vuodenaika, lypsylehmän ikä ja rotu. Maidon proteiini- eli valkuaispitoisuus on noin 3 % ja rasvapitoisuus 4,4 %. Ternimaidon proteiinipitoisuus on 14 % ja rasvapitoisuus 3,4 %. (Fineli 2017; VirtuaaliAMK 2017)

Riittävää ruokinnan valkuaismäärää arvioidaan maidossa olevan urean määrää seuraamalla. Maidon urea koostuu pääosin pötsissä hajonneesta raakavalkuaisesta. Mikäli maidossa on liikaa ureaa (yli 40 mg/dl) on rehuissa yleensä liikaa valkuaista. Tavoitteena olisi maidon ureapitoisuuden pitäminen 18-38 mg/dl välillä riippuen säilörehun raakavalkuaismäärästä kuiva-aineesta. Sen sisällä pysyttäessä pystytään maitotuotosta nostamaan. (Nousiainen, Vanhatalo & Nokka 2010, 123.)

Rehuannoksen raakavalkuaispitoisuudella on suora yhteys maidon ureapitoisuuteen. Maidon urea koostuu maksassa muodostuneesta verenkierron ureasta, joka on pötsistä imeytynyttä ylimääräistä ammoniakkaa. Rehuvalkuaisen hajotessa pötsissä, vaihtelee veren ammoniakkipitoisuus syödyn rehun ja hajonneen rehuvalkuaisen mukaan. Ruokintojen välissä maidon ureapitoisuus voi vaihdella paljonkin. Korkeimmillaan pötsissä ammoniakkipitoisuus on 2-4 tuntia väkirehuuokinnan jälkeen, kun taas ureapiikki näkyy maidossa vasta 1-2 tuntia ruokinnan jälkeen. Ruokintojen välisen maidon ureapitoisuuden vaihtelun mahdollistaa urean kulkeutuminen veren mukana maitorakkuloihin ja takaisin. (Nousiainen 2017)

Maidon keskimääräiseen ureapitoisuuteen vaikuttaa eniten rehun raakavalkuaispitoisuus. Pötsin mikrobitoiminnan kannalta maidon ureapitoisuuden tulee olla vähintään 16-18 mg/dl. Tällöin rehun raakavalkuaispitoisuuden tulee olla vähintään 13-14 % kuiva-aineesta. Ureapitoisuuden tulee kuitenkin olla korkeampi, mikäli halutaan saavuttaa maksimaalinen kuidun sulavuus. (Nousiainen 2017)

Ureatasolle 30-35 mg/dl maitotuotoksen on havaittu lisääntyvän tasaisesti, mikäli valkuaisrehuna käytetään esimerkiksi rypsirouhetta. Tällöin typen hyväksikäyttö kuitenkin heikkenee. Tavoite maidon urean tasosta riippuu, miltä kannalta asiaa tarkastelee. Hyvänä kompromissina pidetään 25 mg/dl. Karkearehun korkean raakavalkuaispitoisuuden johdosta voi näin alhaisella ureatasolla korkean tuotoksen saavuttaminen olla hankalaa. Mikäli karkearehu sisältää kohtuullisesti raakavalkuaista ja on sulavaa, on korkea tuotos mahdollista matalammallakin maidon ureapitoisuudella

(20-25 mg/dl). Karjan talouden ja ruokinnan onnistumisen seurannassa maidon ureapitoisuus on vain yksi mittari. Ureapitoisuutta mitatessa tulee mittaukset tehdä tankkimaidon keskiarvoista, sillä yksittäisen eläimen ureapitoisuudet voivat heitellä hyvinkin paljon. (Nousiainen 2017)

Valkuaisruokinnan onnistumista voidaan mitata maidon ureapitoisuudella. Suomalaisen tutkimuksen mukaan (taulukko 2) ja maidon ureapitoisuuden ollessa 25 mg/dl tulee pötsimikrobien typentarve tyydytettyä. Amerikkalainen tutkimus (taulukko 3) antaa hieman korkeamman suosituksen maidon ureapitoisuudelle. Maidon ureapitoisuuden pienetessä 2 mg/dl vähenvät NH_3 -päästöt 7-11 % ja N_2O -päästöt 7-12 %. Valkuaisruokinta ja maidon ureapitoisuus ovat suorassa yhteydessä maidontuotannon typpikuorimitukseen. (Lamminen 2017; Nousiainen ym. 2004)

Taulukko 2 Maidon ureatulosten tulkinta Suomessa (Kyntäjä:2010; Lamminen, 2017)

Urea, mg/dl	
<20	Ruokinnan RV-pitoisuus matalahko tai lehmät eivät syö riittävästi nurmirehua
25-30, säilörehuruokinta	Normaalitilanne
25-40, laidunruokinta	Normaalitilanne hyvällä laitumella (alkukesästä jopa 45)
18-25, kuivaheinäruokinta	Normaalitilanne
>40	Tiinehtyvyys voi laskea; rehuissa liikaa valkuaista

Taulukko 3 Suositusrajat maidon ureapitoisuudelle USA (Patton ym.2010; Lamminen, 2017)

Eläinryhmä	Maidon ureapitoisuus mg/dl	
	Suositus	Hyväksyttävä
Koko karja	21,4-25,6	19,3-27,8
0-30 päivää poikimisesta	30,0-32,1	30,0-35,3
31-60 päivää poikimisesta	21,4-23,5	19,3-25,7
61-180 päivää poikimisesta	21,4-25,7	19,3-25,7
181-270 päivää poikimisesta	21,4-25,7	19,3-27,8
Yli 271 päivää poikimisesta	21,4-27,8	19,3-30,0

3.4.2 Liha ja vasikka

Lypsylehmän ja vasikan elopainokilossa on 0,025 kg typpeä. Tilalta eläinten mukana poistuvat typpikilot voidaan laskea tarkasti, mikäli poistolehmien ja välitysvasikoiden elopainokilot ovat tiedossa. Maidontuotantoon suuntauneella tilalla typpeä poistuu lihan ja vasikoiden myynnin lisäksi myytyjen maitokilojen mukana. Lypsylehmä käyttää vasikan kasvuun osan syömästään tpeestä. Näin ollen poikimisen yhteydessä lypsylehmästä poistuu vasikan elopainokiloissa oleva tyyppi. (Rajala 2005)

Tilalla myyty eläimiin sitoutunut typpi voidaan laskea kaavalla;
 $N_{\text{eläimet}} \text{ (kg)} = 0,0214 \times EP \text{ (kg)} + 0,299$, mikäli tilalla eläimiin sitoutunut typpi halutaan laskea ARC:n eli Agricultural Research Council (1980) taulukkoarvojen mukaisesti. Kaava on yksi osa Maitotilan typpi- ja fosforikierron mallintaminen -tutkimusta, jossa jokaiselle tilan ravinnelaskelmalle on kaava. Kaavan käyttämisessä kaikki arvot on vakioitu. (Nousiainen, Tuori, Turtola & Huhtanen, 2008; ARC, 1980, 351)

3.5 Typen määrä sonnassa ja virtsassa

Helpoin tapa tilalla olevan lannan ja virtsan ravinnepitoisuuksien määrittämiseen on lanta-analyysin tekeminen ennen lannan pellolle levittämistä. Tämä tulos on käyttökelpoinen vain pellolle levitettävien ravinteiden määrittämiseen. Se ei kuitenkaan ole tarkka, sillä lantavarastossa olevasta lannasta on ehtinyt haihtua ravintoaineita sekä siihen on voinut sekoittua niin pesu- kuin sadevesiäkin. Analyysi ei myöskään huomioi onko kyseessä lypsylehmän vai lihanaudan lanta. (Luostarinen, Grönroos, Hellstedt, Nousiainen & Munther, 2017)

9000 litraa maitoa vuodessa tuottava lypsylehmä tuottaa laskennallisesti 26 m³ liete- tai kuivalantaa vuodessa. Lietelannan typpipitoisuus on 2,9 kg/m³. Tästä liukoista typpeä on 1,7 kg. Lypsylehmän tuottamaa lantaa pidetään verrattain niukkaravinteisena, sillä suurin osa ravinteista on hitaasti liukenevia. Ravinteiden liukoisuutta voidaan parantaa lannan käsittelyn avulla. Vuodessa lypsylehmästä poistuu keskimäärin 135 kg typpeä lannan mukana, josta noin puolet poistuu virtsan mukana. Lannoitusvaikutukseltaan se voidaan rinnastaa noin 68 kg väkilannoitetyppeä. Lannan ravinnepitoisuuteen vaikuttaa eläinten ruokinta ja lantatyyppi. (Söderlund, n.d; Huhtamäki 2013.)

Rehujen koostumuksella on suuri vaikutus lannan typpipitoisuuteen. Naudan liotelannalle annetaan taulukkoarvoksi Suomessa kuiva-aineen ollessa 6,3 % orgaanisen typen määräksi 3,5 kg/t ja liukoisen typen määräksi 2,1 kg/t. Kuivalannalle annetaan kuiva-aineen ollessa 25 % orgaanisen typen taulukkoarvoksi 6,2 kg/t ja liukoisen typen määräksi 2,0 kg/t. (Luostarinen, Logren, Grönroos, Lehtonen, Paavola, Rankinen, Rintala, Salo, Ylivainio & Järvempää, 2011)

Lannan käsittely ja käyttö -kirjassa esitellään myös eri lantalajien ravinnepitoisuudet. Pelkän virtsan typpipitoisuudeksi määritetään 8,6 g/kg, jolloin virtsan kuiva-aine on 4,5 %. Sontavirtsa -seoksen ravinnepitoisuudeksi annetaan 54 g/kg ka kuiva-aineen ollessa 10 %. Lietelannan ravinnepitoisuudeksi taulukkoarvo antaa 54,5 g/kg ka kuiva-aineen ollessa 5,5 %. (Tuori 2009)

3.5.1 Ammoniakkipäästöt

Noin puolet lypsylehmän erittämästä typestä poistuu virtsan ja toinen puolikas sonnan mukana. Virtsan typestä 60-80 % on typen muodossa. Bakteeritoiminnan ja entsyymien vaikutuksesta lannan ja erityisesti virtsan tyyppi muuntuu ammoniakiksi. Mikro-organismien tuottama sonnan ureaasientsyymi reagoi virtsan urean kanssa muodostaen ammoniakkia. Ureaasin aktiivisuus on korkea ja reaktio nopea. Ammoniakin päästöpotentiaalia lannankäsittelyketjussa arvioitaessa virtsan ureapitoisuus on tärkeä lypsylehmien valkuaisruokinnan hyväksikäytön mittari. Ruokintastrategian lisäksi on hyvä huomioida, että puhtaasta sonnasta ja virtsasta ammoniakkihaihdunta on pienempää kuin sonnan ja virtsan sekoittuessa, jolloin ureaasi kasvattaa ammoniakin haihduntaa. (Hellsted ym. 2017)

Kotieläintalouden ympäristösuojelu antaa ohjeen eläinsuojien ammoniakkipäästökertoimeen, jonka mukaan yksi lypsylehmä tuottaa 33,9 kg, hieho 12,7 kg ja alle vuoden ikäinen vasikka 12,7 kg ammoniakkia vuodessa. Ympäristöolosuhteilla on kuitenkin vaikutus ammoniakin haihduntaan. Tutkimusten avulla on voitu osoittaa kylmäpihatoissa ammoniakin haihdunnan olevan 12 g/ eläin päivässä, kun taas lämpöeristetyssä navetassa vastaa lukema eläintä kohden on 29 grammaa. Tuotantorakennuksen sisälämpötilalla voitiin todeta olevan suuri merkitys ammoniakin haihdunnan määrään, sillä sisälämpötilan noustessa nollasta 15 asteeseen kasvoi ammoniakin haihdunta 50 % mikä oli tutkimuksen tapauksessa 20 grammasta 30 grammaan. Tutkimuksen lopputuloksena voitiin todeta ammoniakkihaihdunnan lisääntyvän eksponentiaalisesti lämpötilavälillä 2-22 °C. Näin ollen voidaan todeta myös vuorokauden ajalla ja sen tuomalla lämpövaihtelulla olevan merkitystä lannan ammoniakkipäästöihin. (Hellsted ym. 2017; Ympäristöministeriö, 2010)

3.5.2 Normilantalaskenta

Luonnonvarakeskus on kehittänyt sekä liete-, että kuivikelannan ja virtsan määrän laskentaan massataseen, (kuva 4), jota kutsutaan normilantalaskennaksi. Normilantalaskenta kulkee eläinten lannasta peltolevitykseen saakka. Ensin lasketaan, kuinka paljon eläimestä erittyy sonnan ja virtsan mukana ravinteita. Näistä vähennetään eläinsuojassa tapahtuvat kaasumaiset päästöt; metaani (CH_4), kaksiatominen typpikaasu (N_2), hiili (C), hiilidioksidi (CO_2), divetymonoksidi eli vesi (H_2O), typpioksidi (NO), dityppioksidi eli ilokaasu (N_2O) ja ammoniakki (NH_3), jonka jälkeen lisätään eläinsuojasta pesuvesien ja kuivikkeen mukana tulevat ravinteet. Tästä saadaan tulokseksi eläinsuojista tuleva lietelanta ja sen ravinteet. Varastoidusta lannasta ja virtsasta vähennetään kaasumaiset päästöt; CH_4 , N_2 , C, CO_2 , H_2O , NO, N_2O ja NH_3 sekä lisätään sadevesi, jotta saadaan peltolevitykseen käytettävän lannan ja virtsan määrä ja ravinnepitoisuudet. (Luostarinen, Grönroos, Hellstedt, Nousiainen & Munther 2017)

Eläimestä sonnan ja virtsan mukana erittyvät ravinteet

- Eläinsuojasta tapahtuvat kaasumaiset päästöt; (CH₄), (N₂), (C), (CO₂), (H₂O), (NO), (N₂O), (NH₃)
- + Pesuvesien ja kuivikkeen mukana tulleet ravinteet
- == Eläinsuojasta tuleva lietelanta
 - Kaasumaiset päästöt; (CH₄), (N₂), (C), (CO₂), (H₂O), (NO), (N₂O), (NH₃)
 - + Sadevesi
- == Käytettävissä oleva lannan ja virtsan määrä sekä sen ravinteet

Kuva 4 Normilantalaskennan kaava. Normilantalaskennassa oikeaan tulokseen pääseminen vaatii tarkat luvut.

Normilantalaskennassa lantojen massataseisiin sisältyviä lisäyksiä on eläinten rehu, eritetty sonta ja virtsa, kuivikkeet määrineen ja ominaisuuksiineen, pesuvedet pääasiassa lietelantajärjestelmissä sekä keskimääräinen sadevesi 600 mm, mikäli lantala on kattamaton tai kelluvilla katteilla varustettu. Massataseisiin sisältyviin hävikkeihin puolestaan laskettiin kuuluvaksi kaasumaiset päästöt ilmakehään, kuiva-aineen hävikki ja veden haihdunta. (Luostarinen, Grönroos, Hellstedt, Nousiainen & Munther 2017)

4. FOSFORIN KIERTO MAIDONTUOTANNOSSA

4.1 Fosfori

Fosfori (P) on yksi maailman yleisimmistä alkuaineista. Luonnosta fosforia ei löydy vapaana alkuaineena vaan kaikista elävistä soluista sekä epäorgaanisena fosfaattina. Yleisimmät fosforin esiintymismuodot vapaana alkuaineena ovat punainen ja valkoinen fosfori. Fosfori omaa vastenmielisen hajun eikä se ole epämetallisen alkuaineena veteen liukeneva. Fosforiyhdisteitä tarvitaan kaikessa elollisessa rakennusaineina. Fosforin puute aiheuttaa kasvun heikkenemistä ja puutosoireita. Maan kokonaisfosforista orgaanista fosforia on yleensä 25-65 %, turvemailla osuuden ollessa suurin. (Hartikainen, 2016, 182-190.)

Fosfori on moniarvoinen epämetalli, joka esiintyy yleensä epäorgaanisena fosfaattina kaikissa elävissä soluissa. Fosfaatti (ortofosfaatti), PO₄³⁻ on negatiivinen ioni eli anioni, jossa fosfori esiintyy viidenarvoisena. Fosforiha-

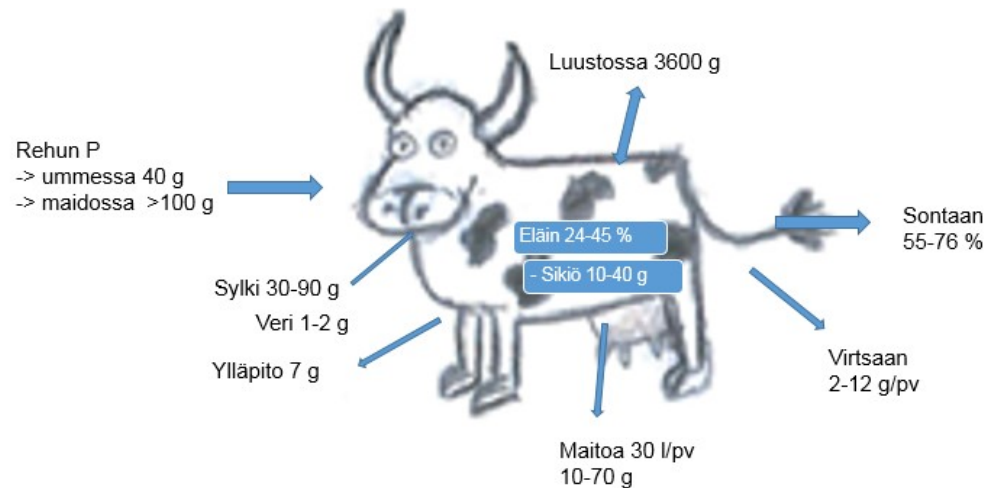
pon suoloja, joissa fosfaatti-ioni on anionina, sanotaan fosfaateiksi. Fosforin muodostama adenosiniinitrifosfaatti eli ATP on runsaasti energiaa sisältävä yhdiste, jota tuottavat mitokondriot soluhengityksellä, glykoosi solulimassa ja viherhiukkaset fotosynteesin valoreaktiossa. Sillä on tärkeä merkitys solun energiataloudessa. (Wilkman 2016)

Fosforin sanotaan olevan ravinteiden kuormituksessa typen vastakohta, sillä sen erilaiset ominaisuudet ja reaktiot maaperässä ovat tyypeä helpommin hallittavissa. Hyödyntämättä jäänyt fosfori varastoituu maaperään, mikäli pintahuuhdonta ei sitä vie. Näin ollen se on kasvien käytettävissä, kun se muovaantuu liukenevaan muotoon. Kasvien käyttämä fosfori puolestaan on eläinten käytettävissä. (Hartikainen 2016, 182-190.)

Lypsykarjatilalle ostetaan fosforia ostolannoitteissa ja rehuissa. Tilalta poistuu fosforia myytyjen eläinten ja maidon mukana. Kuitenkin suurin osa tilalla olevasta fosforista kulkee lannan ja virtsan mukana tilan pelloille, jolloin niistä tulee kotoisten rehujen lannoitteita. Tämä vähentää ostolannoitteiden tarvetta ja kohentaa tilan ravinnetasetta. Pelloilta puolestaan poistuu sadon mukana fosforia lypsylehmien ruokintaan. Ostettujen rehujen mukana tuleva fosfori alentaa tilan ravinnetasetta. (Uusi-Kämppe, Yli-Halla & Grek 2003)

4.2 Fosfori lypsylehmien ruokinnassa

Fosforilla (kuva 5) on kivennäisaineista eniten tunnettuja biologisia toimintoja pötsimikrobistossa ja elimistössä. Lypsylehmän aineenvaihdunnassa fosforin erityys syljessä on merkittävää. Fosforin imeytyminen tapahtuu pääasiassa ohutsuolessa, sillä pötsistä ei imeydy fosforia. Ruokinnan fosforipitoisuudella ei voida vaikuttaa maidon fosforipitoisuuteen. Maidon fosforipitoisuuteen vaikuttaa lypsylehmän poikimakerta, laktaatiokauden vaihe, mittauskuukausi ja vuodenaika jona poikinut jne. Maidon fosforissa voi tapahtua pieniä vaihteluita, mutta niitä ei voida käyttää fosforin hyväksikäytön mittareina. Sulamaton ylimääräinen fosfori erittyy pääosin sonnaan, sillä virtsan fosforipitoisuus on hyvin vähäinen. (Lamminen 2017)



Kuva 5 Fosforiaineenvaihdunnan säätely. Kuvassa ilmennetään fosforin kiertokulkua lypsylehmän elimistössä. Kuvassa käytetty lähteenä Huhtamäen (2013) käyttämää Tauriaisen (2006) mallinnusta lypsylehmän fosforiaineenvaihdunnan säätelystä. (Valtonen 2017)

Nurmisäilörehussa kokonaisfosforipitoisuus on keskimäärin 2,9 g/kg ka, puna-apilasäilörehussa 2,3 g/kg ka ja kokoviljasäilörehussa 2,5 g/kg ka. Valkuaisrehujen määrä ruokinnassa kasvattaa vesiliukoisen ja kokonaisfosforin määrää ruokinnassa. Ryysipohjaisen valkuaisrehun kokonaisfosforipitoisuudeksi annetaan 12,5 g/kg ka. Tehdyn tutkimuksen mukaan eri ruokintavaihtoehdot muuttavat sonnan vesiliukoisen ja kokonaisfosforin pitoisuuksia huomattavasti. Näin ollen ruokinnan koostamisessa tulisi huomioida perusrehujen fosforipitoisuus eikä rehuannokseen tulisi koota turhaan useita fosfori sisältäviä raaka-aineita. (Luostarinen, Logren, Grönroos, Lehtonen, Paavola, Rankinen, Rintala, Salo, Ylivainio & Järvenpää 2011)

4.3 Lypsylehmän fosforiruokinta

Maidontuotannossa oleva korkeatuottoinen lypsylehmä voi tarvita jopa 126 g fosforia päivässä, kun taas täysikasvuinen nauta, joka ei ole tuotoksessa tarvitsee vain 21 g fosforia päivässä. Nautoja ruokittaessa suositellaan ruokinnan fosforipitoisuudeksi 3,5 g fosforia rehun kuiva-aine kiloa kohden. Nautojen kehon fosforipitoisuus on noin 10 g/kg. Suomessa lypsylehmän fosforin saantisuositukseksi annetaan 67g päivä maitotuotoksen ollessa 30 kg ja 87 g päivä maitotuotoksen ollessa 40 kg maitoa päivässä. Ummessa olevien ja yhdeksännellä tiineyskuulla saantisuositukseksi annetaan 21 g päivässä, kun taas tiineille hiehoille tulee antaa 10 % lisä 8. ja 9. tiineyskuukauden aikana. Suositukset on laadittu 550 kg painavalle leh-mälle. (Lamminen 2014; Luke 2017)

Elimistön fosforipitoisuus on tärkeää pitää ruokinnan avulla kunnossa, sillä nauta käyttää fosforia luiden rakennusaineena. Luustoon ja hampaisiin varastoituu noin 80 % elimistön fosforista. Fosforia esiintyy myös fosfoproteiineissa, nukleiinihapoissa ja fosfolipideissä rakennusosana tai aktivoijana sekä jonkin verran pehmytkudoksissa ja nesteissä. Fosforiproteiineista voidaan puhua sellaisten rehujen yhteydessä, joissa on runsaasti proteiinia ja fosforia, esimerkiksi rypsi. Tunnettuja nukleiinihappoja ovat DNA ja RNA. DNA eli deoksiribonukleiinihappo sisältää eliöiden solujen ja joidenkin virusten geneettisen materiaalin. RNA eli ribonukleiinihappo on nukleotideistä koostuva polymeeri, joka eroaa DNA:sta sokerin osalta. Sillä on monia tehtäviä soluissa. Kaikissa nukleiinihapoissa on sokeri-, fosfaatti- ja emäsosa. Fosforilipidit ovat rakennuslipidejä eli fosfori muodostaa sokeri-fosfaatteja, sekä adenosini di- ja trifosfaatteja ollen tärkeässä roolissa solukalvojen rakennusaineita eläimille sekä merkittävässä roolissa energia-aineenvaihdunnassa. (Lamminen 2014)

Ylimääräinen ohutsuolesta imeytynyt fosfori erittyy naudoilla sylkeen, josta se siirtyy pötsiin puskuroimaan pötsin pH:ta. Pötsiin kulkeutunut syljen, rehun ja mikrobiston sisältämä fosfori imeytyy uudelleen elimistön kiertoon tai poistuu lannan mukana elimistöstä. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu yhden ruokintaan lisätyn fosforigramman lisäävän sonnan fosforia 0,66g grammaa. Mikäli naudat ruokitaa nykyiset normit täyttävillä karkea- ja väkirehuilla, ei lypsylehmien eikä yli kuuden kuukauden ikäisten lihanautojen tulisi tarvita ruokintaansa fosforilisää kivennäisten mukana. Tutkimusten mukaan kivennäisten fosforillisella ei ole havaittu vaikutusta lypsylehmien terveyteen, hedelmällisyyteen eikä tuotokseen. (Lamminen 2014)

Lypsykarjatalouden ympäristökuormituksen vähentämistä tutkiessaan Uusi-Kämpä ja muut totesivat tutkimustulosten perusteella, että mikäli lypsylehmien ruokinta saadaan optimoitua 40 % väkirehumäärään kuiva-aineesta päästään suurimpaan fosforin hyväksikäyttöasteeseen. Silloin 34 % fosforin hyväksikäyttö on saavutettu. Ruokinnan valkuaispitoisuuden ollessa 135-165 g kilossa kuiva-ainetta, jää ruokintanormien mukainen fosforin saanti liian alhaiseksi ilman täydennettävää kivennäisfosforia. Mikäli väkirehun valkuaispitoisuus on yli 175 g tai enemmän kilossa kuiva-ainetta, ei kivennäisfosforin lisäämiselle ole tarvetta. (Uusi-Kämpä, Yli-Halla & Grek 2003, 22.)

4.4 Fosforin määrä tuotteissa

4.4.1 Maito

Tila- eli raakamaidon fosforipitoisuus on 90,0 mg 100 grammassa maitoa. Maidon rasvapitoisuudeksi on tällöin määritetty 4,4 % ja proteiini- eli valkuaispitoisuudeksi noin 3 %. Ternimaidon fosforipitoisuudeksi määritetään sama 90,0 mg 100 maitogrammaa kohden, vaikka sen rasva- ja proteiinipitoisuus ovat korkeampia. Fineli ja VirtuaaliAMK eivät anna fosforin määrälle maidossa vaihteluita. (Fineli 2017; VirtuaaliAMK 2017)

Huhtamäki (2013) käyttää esityksessään Tauriaisen (2006) muodostamaa kuvaa ja arvoja lypsylehmän fosforiaineenvaihdunnasta (kuva 6). Tauriainen esittää kuvassa 30 litraa päivässä tuottavan lypsylehmän maidon mukana poistuvan fosforin määräksi 10-70 grammaa. Lamminen (2017) esittää Gustafsonin (2000) todenneen aineistossaan maidon fosforin olevan 0,74-1,11 g/l. Maidon fosforille esitetään siis hiukan vaihtelevia tuloksia riippuen katsontakannasta. Rajala (2006) puolestaan käyttää laskelmissaan maidon fosforipitoisuutena 1 kg/t eli 1 g/kg. Voidaan siis todeta, että suurta vaihtelua ei pitoisuuksissa ole.

4.4.2 Liha ja vasikka

Naudanlihan ja -ruhon fosforipitoisuuksia voi lähteä kartoittamaan seuraavan periaatteen mukaisesti. Ruhossa on luita noin 20 %, riippuen kuitenkin ruhon painosta ja eläinkategoriasta. Luusta on mineraalien osuus noin puolet, ja siitä vastaavasti kalsiumia on noin 2/3 ja fosforia eri muodoissaan noin 1/3. Suurin osa naudanruhon fosforista on siis luissa. Lihan fosforipitoisuus riippuu lihan koostumuksesta eli mikä on proteiini-, rasva-, vesi- ja sidekudospitoisuus. Finelin mukaan esim. ulkofileen fosforipitoisuus on noin 220 mg/100 g ja jauhelihan noin 140 mg/100 g. Oletettavasti sitten rasvassa ei juurikaan fosforia ole ja sidekudoksissakin selvästi vähemmän kuin punaisessa lihassa. (Niemistö 2017)

Lammisen (2014) mukaan nautojen ruhon fosforipitoisuus on noin 10 g/kg. Eläinten kehon fosforipitoisuus on keskimäärin 4-7 g/kg, josta 80 % on luustossa. (Lamminen, 2017). Rajala (2006) käyttää laskelmissaan 7,4 kg/t eli 7,4 g/kg. Niemistön antamien lukujen perusteella asiaa laskiessa pääsee Rajalan ja Lammisen lukujen välimaastoon, josta voi päätellä pitoisuuksissa olevan pientä poikkeamaa eläin- ja tutkimuskohtaisesti.

4.5 Fosforin määrä sonnassa ja virtsassa

Sonnan ja virtsan mukana lypsylehmästä poistuvaksi fosforimääräksi esitetään 70 % syötetyn rehumäärän fosforista. Lannan fosforista rehun koostumuksesta riippuen on vesiliukoisessa muodossa 32-77 %. Tilatasolla lanta-analyysin sijaan voitaisiin laskea lannan fosforipitoisuutta vähentämällä eläimille syötetystä fosforista lihan ja maidon mukana poistunut fosfori, jolloin kaiken lopun fosforin pitäisi olla lannassa. Tämä vastaa tilan karjatasetta. (Lamminen 2014)

Lannan fosforipitoisuus vaihtelee eri lantatyyppeiden välillä. Virtsan taulukkoarvo fosforipitoisuudelle on 0,01 g/kg, sonna-virtsa-seoksen 6,6 g/kg ka ja lietelannan 9,1 g/kg ka. Karjanlannan käyttöä rajoittaa sen ravinnepitoisuuksista yleensä fosfori, sillä lanta sisältää yleensä lannoitustarpeeseen nähden liian vähän typpeä ja liikaa fosforia. Fosforin osuus on suurempi lannassa kuin virtsassa. (Virtanen 2017)

Ruokinnan ylimääräinen fosfori, noin 2/3 päättyy lantaan. Ruokinnan suunnittelulla voidaan vaikuttaa lantaan päätyvän fosforin määrään ja parantaa ravinteiden hallintaa. Lannan ravinnesisällön voi selvittää tilakohtaisella ravinneanalyysillä. (Virtanen, 2017) Typen tapaan fosforin lannan massataseen voi laskea normilantalaskelmalla. Laskelma on fosforin osalta yksinkertaisempi, sillä haihduntaa ei tapahdu ja maidon fosforipitoisuus vaihtelee valkuaispitoisuutta vähemmän.

5. TYPEN JA FOSFORIN KIERTO

5.1 Typen ja fosforin kiertokaavion mallintaminen maitotilalla

Typen ja fosforin kierron mallintaminen maitotilalla onnistuu mallintamiskaavalla, joka koostuu viidestä eri alamallista; karjan uudistus (1), maidontuotanto (2), karjanlanta (3), rehuviljely (4) sekä ravinnetaseet (5). Tämä malli on rakennettu pääosin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Karjan uudistukseen tarvittava nuorkarjan määrä lasketaan mallissa uudistusnopeuden ja poikimavälin mukaan. Lypsylehmien poiston tarve ja vasikoiden kuolleisuus lasketaan karjantarkkailuaineiston perusteella olettaen, että syntyneet sonnivasikat ja ylimääräiset lehmävasikat myydään heti syntymän jälkeen. Lehmämäärää ylläpidetään vakiona lehmävasikoiden myynnillä. Laskennallisesti tarvittava fosfori saatiin perusrehuista (säilörehu, vilja ja rypsi) sen ollessa riittävä ilman kivennäisfosforia. (Nousiainen ym. 2008)

Maidontuotantoon tarvittava ruokinta laskettiin maidon koostumuksen ja keskimääräisen tuotoksen mukaan, koska lypsykauden jakaminen kolmeen osaan johti samanlaiseen dieettiin keskimäärin. Tätä tukevat myös tutkimustulokset. Lehmien ravinnetarve (ME, OIV, Ca, P, Na ja Mg) laskettiin (Luke, 2006) suomalaisten ruokintasuositusten mukaan. Kotoisten rehujen kivennäispitoisuudet laskettiin käytetyn lannoituksen perusteella. (Nousiainen ym. 2008)

Lehmien ME-tarve laskettiin seuraavasti:

$$\text{ME tarve (MJ/pv)} = 0,515 \times \text{EP}^{0,75} + 5,15 \times \text{EKM} \quad (1)$$

EKM = energiakorjattu maitotuotos. (Nousiainen ym. 2008)

Tutkimuksessa korjattiin taulukkoarvojen perusteella laskettu energiansaanti väki- ja karkearehujen negatiivisten yhdysvaikutusten ja korkeamman ruokintatason mukaan seuraavasti:

$$\text{ME}_{\text{todellinen tarve}} \text{ (MJ/pv)} = 13,6 + 0,936 \times \text{MEI} - 29,5 \times \text{VR}_{\text{osuus}} \quad (2)$$

(MEI = ME saanti (taulukkoarvot) ja VR_{osuus} = väkirehun osuus dieetin kuiva-aineesta) (Nousiainen ym. 2008)

Fosforin tarve laskettiin seuraavasti:

$$\text{P (g/pv)} = (0,002 \times \text{EP} + 1,0 \times \text{kg KA}_{\text{syönti}} + 0,9 \times \text{Maito}) / 0,70 \quad (3)$$

(Laskelmassa rehujen hyväksikäyttöksi oletettiin 70 % ja maidon fosforipitoisuudeksi 0.9 g/kg.) (Nousiainen ym. 2008)

Lehmien kuiva-aineen syönti laskettiin seuraavasti:

$$\text{KASYÖ}_{\text{max}} \text{ (kg KA/pv)} = a + b \times \text{EP} + c \times \text{EKM} + 0,1 \times (\text{TDMI indeksi} - 100) \quad (4)$$

Laskelmassa a ja b ovat vakioita ja koko dieetin syöntipotentiaalia kuvaava TDMI indeksi. Lehmille käytettävissä oleva rehumäärä saatiin vähentämällä nuorkarjalle ja umpilehmille laskennallisesti tarvittava rehumäärä rehusadosta. Ylimääräinen tuotettu rehu myytiin tilalta pois. (Nousiainen ym. 2008)

Lehmien päivittäiset rehuannokset optimoitiin Solver-työkalulla Excel-taulukkolaskentaohjelmassa. Optimoinnissa otettiin huomioon syöntikyky, ruokintasuositukset, pötsin fysiologiset rajoitukset, karkearehuista saatava NDF, tärkkelys ja rasva sekä rehujen hinnat. Karkearehujen hintaan sisällytettiin kiinteät ja muuttuvat kustannukset laskettaessa kustannuksia minimikarkearehun tarpeelle (kg ka/pv). Minimitarpeen päälle laskettiin vain muuttuvat kustannukset. Ostetuille väkirehuille käytettiin markkinahintoja. (Nousiainen ym. 2008)

Optimoidulla dieetillä laskettiin lehmien maidontuotanto empiirisellä regressioyhtälöllä, joka estimoitiin lehmien tuotosvasteaineistosta mixed regressiolla, jotta voitiin poistaa kokeiden väliset vaihtelut. Tuotosvasteen alarajaksi asetettiin 25 kg/pv, jolloin kokeen tutkittavaan aineistoon jäi 495 dieettikohtaista havaintoa. Tuotosvasteina laskettiin Y_{maito} , Y_{EKM} ja $Y_{\text{valkuainen}}$.

$$Y = a + b \times ME_{\text{tod}} + ME_{\text{tod}}^2 + d \times ROV + e \times ROV^2 + f \times \text{TÄRK} + g \times \text{TÄRK}^2 + h \times VR_{\text{rasva}} + i \times VR_{\text{rasva}}^2 \quad (5)$$

Laskelmassa ME_{tod} = korjattu ME-saanti, (MJ/pv, ROV = ohitusvalkuaisen saanti (kg/pv) sekä TÄRK ja VR_{rasva} rehuannoksen tärkkelys- ja rasvapitoisuus (g/kg KA). (Nousiainen ym. 2008)

Lypsävien lehmien sonnan ja virtsan tyyppi jaettiin niiden välillä seuraavasti:

$$\text{Virtsan N (g/pv)} = 16.9(\pm 11.0) - 12.3(\pm 0.69) \times KA_{\text{syönti}} + 0.108(\pm 0.011) \times N_{\text{sa}} \quad (6)$$

$$\text{Sonnan N (g/pv)} = -17.7(\pm 9.7) + 6.3(\pm 0.62) \times KA_{\text{syönti}} + 0.833(\pm 0.012) \times N_{\text{sa}} \quad (7)$$

Laskelmassa N_{sa} = typen saanti (g/pv). Ummessa olevien ja nuorkarjan lannan tyyppi jaettiin sonnan ja virtsan tyypeen niin sanotulla Lucasin yhtälöllä. Typen osuus sonnasta laskettiin jakamalla sonnan RV koko dieetin RV:llä. Eläimiin sitoutunut typen osuus laskettiin jakamalla myytyihin ja poistettuihin eläimiin sitoutunut tyyppi typpimäärällä, joka on käytetty umpilehmien ja nuorkarjan ruokintaan. (Nousiainen ym. 2008)

Typen osuus nuorkarjan virtsasta laskettiin seuraavalla tavalla:

Virtsan N osuus = (N syönti – Sonnan N – Eläimiin sitoutunut N) / N syönti
Mallin oletus on, että lanta käsitellään lietelantana, jolloin kokonaistyyppi ja -fosfori lietteestä lasketaan:

$$N_{\text{liete}} = N_{\text{rehut}} - N_{\text{maito}} - N_{\text{eläimet}} - 0.10 \times \text{Virtsan N} \quad (8)$$

$$P_{\text{liete}} = P_{\text{rehut}} - P_{\text{maito}} - P_{\text{eläimet}} \quad (9)$$

Laskelmassa eläinten rehujen ravinteisiin on laskettu kaikki kotoisten ja osatorehujen mukana tulevat ravinteet. Virtsasta haihtuvaksi ammoniakiksi on oletettu 10 %. (Nousiainen ym. 2008)

Tilalta maidon mukana poistuva tyyppi ja fosfori laskettiin seuraavasti, olettaen maidon fosforipitoisuus vakioksi (0,9 g/kg) ja maidon myyntiosuudeksi kokonaistuotosta 95 %:

$$N_{\text{maito}} \text{ (kg)} = 0.95 \times \text{Maitotuotos} \times 0.157 \times RV_{\text{maito}} \quad (10)$$

$$P_{\text{maito}} \text{ (kg)} = 0.95 \times P_{\text{maito}} \times \text{Maitotuotos} \quad (11)$$

Tilalta myytyihin eläimiin sitoutuneet ravinteet laskettiin käyttämällä ARC:n (1980) taulukkoarvoja, joista muodostettiin seuraavan lainen kaava:

$$N_{\text{eläimet}} \text{ (kg)} = 0.0214 \times EP \text{ (kg)} + 0.299 \quad (12)$$

$$P_{\text{eläimet}} \text{ (kg)} = 0.0067 \times EP \text{ (kg)} + 0.055. \quad (13)$$

Mallissa tilan viljelykierto kuvataan seuraavasti:

$$A \text{ (ha)} = a_1 \times K + a_2 \times K + a_3 \times KV + a_4 \times NU_1 + a_5 \times NU_2 + a_6 \times NU_3 + a_7 \times NU_4 + a_8 \times KE \quad (14)$$

Laskelmassa a = viljelyssä oleva kokonaisala, K = kaura, O = ohra, KV = kokoviljasäilörehu, NU = nurmi ja KE = kesanto. Nurmi voi olla yhdellä kylvöllä neljä vuotta, mitä kuvaavat numerot nurmen perässä. Parametreilla a 1-8 kuvataan kunkin kasvin osuutta kokonaisalasta. (Nousiainen ym. 2008)

Maitotilan tyyppi- ja fosforikierron mallintamislaskelmassa Nousiainen ym. (2008) antavat lisäksi rehuviljelyyn sovellettavat luvut. Peltoviljelyn laskentakaavoista löytyy kaava jakaa maata kivennäismaihin ja eloperäisiin maihin, kasvukunnan laskennan keskimääräinen kaava sekä oletusarvot sille,

mitä koeruutusadot muutetaan talouspeltojen sadoksi, mallinnus viljelykasvien lannoituksesta, mallinnus lietelannan ja väkilannoitteiden ravinteista sekä lannoituksen satovasteiden mallinnus.

Ravinnetaseet kokeessa laskettiin porttitaseina typelle (N_t , kg/ha/vuosi) ja fosforille (P_t , kg/ha/vuosi) seuraavilla kaavoilla:

$$N_t = (N_{\text{ostot}} - N_{\text{myynnit}}) / A \quad (15)$$

$$P_t = (P_{\text{ostot}} - P_{\text{myynnit}}) / A \quad (16)$$

Mallissa tilalle ostetuista ravinteista vähennettiin tilalta myydyt ravinteet. Taselaskelmassa ei ole huomioita haihdunnan ja huuhdonnan mukana poistuneita ravinteita eikä ilmalaskeumaa. (Nousiainen ym. 2008)

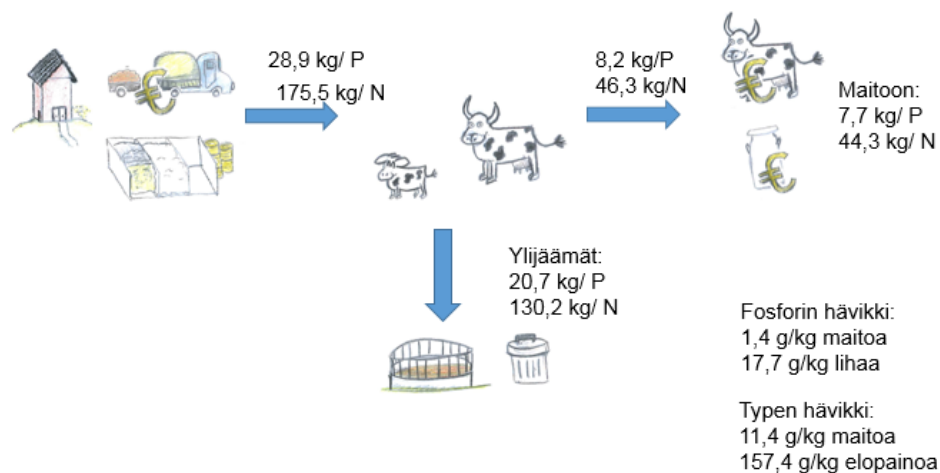
Simuloinnin tuloksena voitiin todeta, ettei lisäkivennäisfosforille ole tarvetta lypsylehmien ruokinnassa säilörehuruokinnalla, kun väkirehuna on vilja ja rypsirohe. Molempien ollessa mukana ruokinnassa fosforin saanti yleensä ylittyy lehmän keskituotoksen ollessa 9000 kg/vuosi. Simulointitulosten mukaan tilan fosforin porttitase nousee 1 kg ostettua fosforikiloa kohden, mikäli tilan eläintiheys on 0,7 eläinyksikköä ja hehtaarikohtainen tilan maitotuotos on 6300 kg. Tämä lisää 10 % lannanlevitysalan tarvetta sen lisäksi, että lisää kustannuksia. Mikäli maitotilan ravinnekiertoa säädelään järkipäisesti, tulisi ylijäämäläisen P-porttitaseen vähentää väkilannoitefosforin ostoa maitotiloille. Tutkimusten mukaan maitotiloilla voitaisiin pärjätä huomattavasti pienemmällä väkilannoitefosforimäärällä, mikäli karjanlannan tehokas käyttö on teknisesti mahdollista eikä peltomaat ole voimakkaasti fosforia pidättäviä. Tutkimuksien mukaan tila-aineistojen lannoite ja ostorehu fosforien määrässä ei ollut merkittävää yhteyttä ja ne omasivat positiivisen regression, jolloin pystyttiin päättämään, ettei ravinteiden hyväksikäyttö maitotiloilla ole suunnitelmallista. (Nousiainen ym. 2008)

5.2 Typen ja fosforin kiertokaaviot

Luken keskimääräisten eläinmallien perusteella pystytään laskemaan eläinten hyödyntämät ravinteet. Tässä mallissa lannan sisältämät ravinteet lasketaan eläimille syötettyjen rehujen ravinnepitoisuuksien mukaan. Mallin mukaan (kuva 6) suomalainen lypsylehmä syö vuodessa rehun mukana 175,5 kg typpeä ja 28,9 kg fosforia. Lypsylehmän tuottamiin tuotteisiin siirtyy vuodessa 46,3 kg typpeä ja noin 8,2 kg fosforia. Tuotteisiin siirtyvästä tyypestä 44,3 kg ja fosforista 7,7 kg siirtyy maitoon. Ylijäämät 130,2 kg typpeä ja 20,7 kg fosforia poistuvat lehmästä sonnan ja virtsan mukana. (Ypyä, Grönman, Virtanen, Seuri, Sorkka & Kurppa 2015)

Maidolle ja lihalle kohdistuvat ravinnemäärät riippuvat menetelmästä, jolla jaetaan eläimen ylläpidon entalpia näiden kesken. Entalpialla tarkoitetaan lihan ja maidon välistä suuretta. Käytettäessä biologista allokatiota eli resurssien kohdentamista saadaan typen hävikille arvoksi 11,4 g/kg maitoa ja 157,4 g/kg elopainoa. Fosforille vastaaviksi arvoiksi saadaan

1,4 g/kg maitoa ja 17,7 g/kg lihaa. Lannan käsittelyssä, varastoinnissa ja laidunnuksessa aiheutuneet typen häviöt määritetään ammoniakkikertoimen avulla, joka on määritetty Suomen oloihin. Jokaiselle lantatyypille ja varastointitavalle on omansa. (Ypyä ym. 2015)



Kuva 6 Lypsylehmän hyödyntämät ravinteet Luken (2015) muodostaman eläinmallin perusteella.

Typen ja fosforin hyväksikäyttö voidaan ilmaista niin kiloina (kuva 8) kuin hyväksikäyttöprosentteina, (taulukko 4) jolloin tilastojen vertailu on helpompaa. Maidontuotannon typpi- ja fosfori päästöjen avulla on mahdollista optimoida karjan ruokintaa Karjakompassin avulla haluttuun suuntaan. Nykyinen maidontuotannon tuotantopanosten hinta suhteessa maidosta saatavaan hintaan ei valitettavasti kannusta viljelijää ajattelemaan päästöjä vaan ruokkimaan karjaa maksimaalisesti mahdollisimman korkean maitotuotoksen saavuttamiseksi. Näin ollen tasapainoisella ruokinnan energian ja valkuaisen suhteella voidaan varmistaa hyvä typen ja fosforin hyväksikäyttö. Laskentaperusteissa tulee olla tarkkana, että laskeeko hyväksikäyttöä eläintä, tuotoskiloa vai hehtaaria kohden sekä mitä kaikkea laskentaan sisällyttää. (Huhtamäki 2013)

Taulukko 4 Typen, fosforin ja energian hyväksikäyttöprosentti. Noin 50 % suomalaisista vertailussa olleista maatiloista on saavuttanut 28,2 % typen hyväksikäytön. Fosforin vastaava hyväksikäyttö luku on 28,5 %. (Huhtamäki, 2013)

	Alle 6000 kg	6000-7999 kg	8000-9999 kg	10000-11999 kg	Yli 12000 kg	Ka
Typpi (N)	24	26	26,5	27	30	26,5
Fosfori (P)	25	26	27	28	32,5	27,2
OIV g/ valk-g	1,74	1,65	1,61	1,57	1,42	1,6
ME MJ/kg EKM	5,97	5,76	5,7	5,63	5,36	5,7

6. RAVINNETASEET JA RAVINNEKIERTO

Maatilojen ravinnetalouden esittäminen yksikertaisimmalla tavalla on esittää systeemiin tulevat ja systeemistä poistuvat ravinteet, jolloin saadaan perusravinnetaseet. Hyötysuhteella kuvataan ravinnetaselaskelmissa tehokkuutta. Ravinteiden tehokkuutta mitatessa käytetään samaa kaavaa kuin taloudellista tehokkuuttakin mitatessa eli miten saadaan mahdollisimman suuri ravinnetuotos aikaiseksi mahdollisimman pienellä panostuksella. Tehokkuutta ei saa kuitenkaan sekoittaa intensiteettiin eli voimaperäisyyteen, joka tarkoittaa korkeaa tuotantointensiteettiä. Tuotantointensiteetillä tarkoitetaan tuotantopanosten määrää suhteessa toiseen tuotantopanokseen, esimerkiksi typpikiloa/ha. (Seuri 2017)

Ravinnetaseita laskiessa tulee huomioida ero ravinteiden ja energian välillä. Ravinteet kiertävät eli noudattavat häviämättömyyden lakia, jolloin ne eivät voi koskaan loppua. Energia puolestaan noudattaa entropialakia, jonka mukaan energiaa hyödynnettäessä kärsitään aina tappioita. Näin ollen, mikäli energiaa ei saada lisää, se loppuu. Energiatehokkuudella mitataan, kuinka paljon energiaraaka-aineesta saadaan hyötyenergiaa. Ravinnetehokkuus puolestaan muodostuu ravinteiden ensikäytön lisäksi ravinteiden kierrätyskäytöstä. (Seuri 2017)

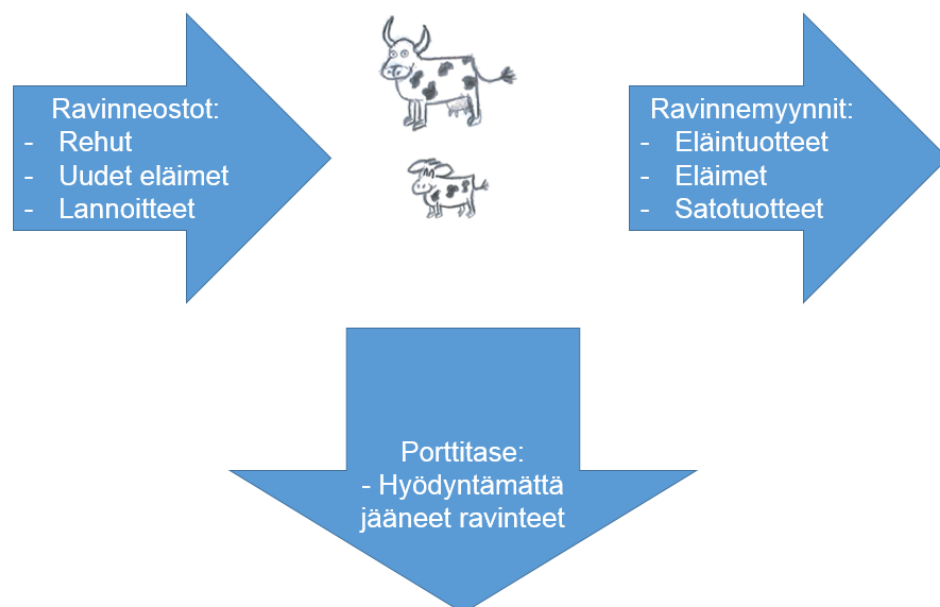
Miten ravinteet sitten kiertävät? Ravinteet esiintyvät joko elottomassa luonnossa varastoituneina tai elollisena luonnon kierrossa. Luonnon omissa ekosysteemeissä ravinteiden kiertokulkua ylläpitävät fysikaaliset ja kemialliset prosessit sekä eliöt ja elolliset prosessit. Luonnon ekosysteemeissä toiminta on sopeutunut sen omaan ravinteiden määrään, jolloin elottoman ja elollisen luonnon kesken vallitsee dynaaminen tasapaino. Maatalousekosysteemi poikkeaa radikaalisti luonnon ekosysteemistä, mikä rajoittaa ja estää ravinteiden kiertoa. Maatalouden puutteellisen ravinnekierron keskeisimpiä syitä ovat peltoviljelyn ja sadon käytön sekä karjalouden ja kulutuksen vuorovaikutusettomuus. Tällä tarkoitetaan sadon ja tuotoksen käyttämistä eri paikassa kuin missä se tuotetaan. Ravinteet maatalouteen tulevat maatalousekosysteemin ulkopuolelta. Näin ollen kierrossa pysyy vain pieni osa ravinteita. Maatalouden aiheuttamiin haitallisiin ympäristövaikutuksiin on suurin syy puutteellinen ravinteiden kierto, joko suoraan tai välillisesti. Puutteellisesta ravinteiden kiertokulusta seuraa ravinnekuormitusta, maaperän köyhtymistä ja kasvihuonepäästöjä. Kun menetetyt ravinteet korvataan uusilla, uusiutumattomat resurssit kuluvat loppuun ja biodiversiteetti köyhtyy. Biodiversiteetillä tarkoitetaan biologista luonnon monimuotoisuutta. (Seuri 2017)

Maatilojen ravinnetaseet lasketaan tilalle tulleiden ja tilalta poistuneiden ravinteiden mukaan. Koko tilaa tarkastellessa voidaan laskea porttitase- eli kauppataselaskelma. Porttitaseessa tarkastellaan tilalle ostettujen ja tilalta myytyjen ravinteiden erotusta. Porttitasetta pidetään hyvänä apuvä-

lineenä ravinneliikenteen seurantaan ja suunnitteluun erityisesti karjataloilla. Ravinnetaselaskelmia tehdään, jotta saataisiin vastauksia ravinneylijäämien suuruudesta maatiloilla, karjataloudessa, eri tuotantoalojen kesken ja jotta tilojen viljelykiertoa ja lannoitustasoa saataisiin tarkennuttua. Ravinnetaseet voidaan ilmoittaa kiloa tilaa, kiloa hehtaaria tai kiloa eläinyksikköä kohden. Vaihtoehtoisesti voidaan ilmoittaa ravinteiden hyväksikäyttöprosentti tai tase kg/t tuotetta. (Rajala 2005, 87-89)

6.1 Karjatilán porttitase

Karjatilán tyypin tai fosforin porttitase kuvaa ravinteiden hyväksikäyttöä tilalla, (kuva 7). Tavoitteena on vähintään 50 % hyväksikäyttöprosentti. Karjatilán porttitasetta laskettaessa lasketaan ensin yhteen kaikki tilalle rehujen, uusien eläimien ja lannoitteiden mukana tulleet typpikilot. Näistä sitten vähennetään myydyt eläintuotteet, eläimet ja satotuotteet. Jäljelle jääneet hyödyntämättömät ravinteet muodostavat tilán porttitaseen. Taseessa näkyy, kuinka paljon ravinteista on jäänyt kaiken kaikkiaan maaperään, haihtuneet, huuhtoutuneet, pidättäytyneet kasveihin ja maaperään sekä paljonko eläimet ovat käyttäneet ylläpitoonsa. (Kaasinen 2010, 44)



Kuva 7 Porttitase. Porttitasetta laskettaessa vähennetään ostetuista ravinteista myydyt ravinteet, jolloin tulokseksi jää tilán porttitase eli hyödyntämättä jääneet ravinteet.

Porttitasetta tilalle laskettaessa tulee päättää, laskeeko porttitaseen koko tilalle vai laskeeko porttitasetta tuotantosektoreittain. Tuotantosektoreittain laskettaessa voidaan laskea esimerkiksi maidontuotannon porttitaselaskelma, jolloin laskelma sisältää sekä rehuntuotannon että maidontuotannon ravinneostot ja ravinnemyynnit. Porttitaselaskelman ensimmäisessä vaiheessa kirjataan pellolle satovuonna käytetyt lannoite- ja muut ravinneostot. Laskentajakson aikana tuotantoon käytettyjen rehujen määrät sekä myytyjen ja ostettujen eläinten elopainot kirjataan muistiin. Tilalta myytyjen karjataloustuotteiden sekä satojen lajit ja määrät kirjataan muistiin. Tämän jälkeen tuotantopanosten määrät siirretään samalle lomakkeelle, jolloin saadaan laskettua tilalle ostettujen ravinteiden kokonaismäärä. Vastaava laskutoimitus tehdään tilalta myydyistä tuotteista. Ostettujen ja myytyjen ravinteiden erotuksella saadaan tilan porttitase. Tulosta kannattaa verrata muihin vastaavan tyyppisiin tiloihin sekä omalta tilalta aiemmin tehtyihin laskelmiin. Näin ollen saadaan kokonaiskuva tilan ravinneylijäämästä. Tämän jälkeen on hyvä jatkaa asettamalla tilalle uudet tavoitteet ravinneylijäämän suhteen mukauttaen ne osaksi tilan kehittämistä. (Rajala 2005)

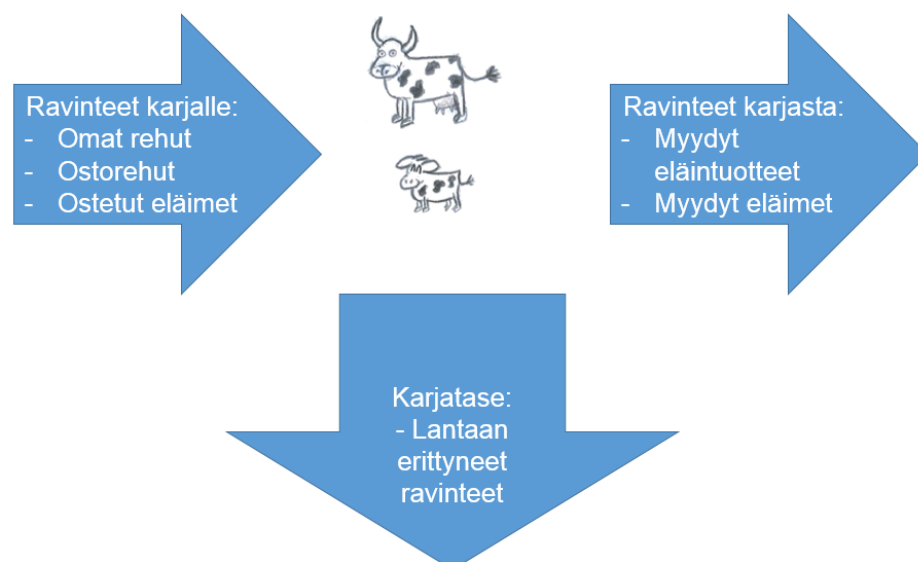
2011 vuonna tehdyssä selvityksessä maitotilojen porttitaseista saatiin tyypin porttitaseeksi 81-86 kg/ha ja fosforin porttitaseeksi 7-8 kg/ha. Tutkimuksessa yksittäisiin korkeampiin porttitaseisiin (yli 200 kg/ha) löydettiin selitykseksi normaali korkeampi eläintiheys viljelyssä olevaa peltoalaa kohden. Tällaisilla tiloilla ostoravinteiden käyttö niin ruokinnassa kuin viljelyssäkin on melko korkealla tasolla. Porttitaseen perusteella tällainen tila näyttää huonolta, mutta arvioinnissa tulee huomioida myös tilan ravinteiden käytön tehokkuus eli ravinteille saatu tuotosvaste. Mikäli tilalla on alijäämäinen peltotase ja ylijäämäinen porttitase, hukkaantuu tilan ravinteita, jossain muussa kohdassa kuin huuhtoumana peltoviljelyssä. Tällöin mahdollisia ravinteiden hukkaantumisen paikkoja on rehuhävikki sekä lannan varastointi ja levitys. Näin ollen ravinteet, joiden pitäisi olla pellolle levitettävässä lannassa, eivät koskaan sinne päädy. (Luostarinen yms. 2011)

Karjatilán porttitaseen parantamiseen on monia keinoja. Lannan hyväksikäyttöä parantamalla voi vähentää ostolannoitteiden tarvetta. Ostorehujen ja niiden mukana tulevien ravinteiden määrää voi vähentää parantamalla kotoisten rehujen laatua kiinnittämällä huomiota muun muassa kotoisten rehujen korjuu-aikaan ja -tapaan. Ruokintaa tarkentamalla on mahdollisuus parantaa rehujen hyväksikäyttöä ja näin ollen voi vaikuttaa ruokinnan yhteydessä tapahtuvaan rehuhävikkiin. Rehuhävikin syntymiseen tulee kiinnittää huomiota myös korjuu-, säilöntä- ja varastointivaiheissa. Porttitaseeseen vaikuttaa myös karjan kestävyys sekä terveys. (Rajala 2005, 115)

6.2 Karjatase

Karjataseella (kuva 8) tarkoitetaan ruokinnan ravinnetasetta eli kuinka paljon eläinten syömiä rehujen ravinteista siirtyy tuotteisiin ja mikä on lantaan jäävien ravinteiden määrä. Taseen tulos saadaan vähentämällä syötettyjen rehujen ravinnemääristä tuotteiden mukana poistuneiden ravinteiden määrä. Eläinmäärän muutos sekä eläinten elopainon muutos tulee huomioida laskentakautena. Rehuhävikin määrä tulee arvioida mahdollisimman tarkasti, mikäli mittaamiseen ei ole mahdollisuutta, sillä mikäli rehut eivät mene karjalle, eivät ne myöskään kuulu taseeseen. Rehujen hävikki menee käytännössä karjan ohi lantalaan. Kasvaviin eläimiin sitoutuneet ravinteet huomioidaan laskemalle kasvavien eläimien tarkastelujaksolla tapahtunut elopainon muutos. Taseeseen ei kuitenkaan lasketa karjasuojan sisällä tapahtuvaa ravinteiden siirtoa, esimerkiksi emältä vasikalle menevät ravinteet. (Luomuwiki n.d; Kaasinen 2010, 44)

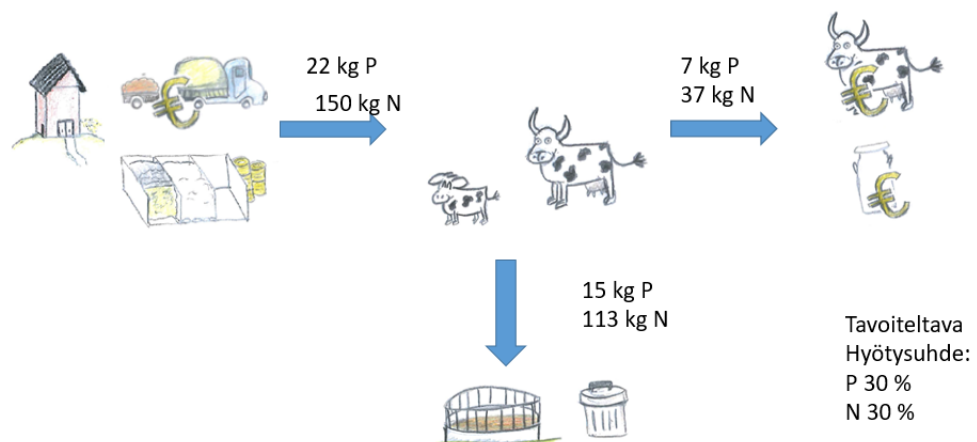
Karjatasetta laskiessa saadaan tietoa ruokinnan energia- ja valkuaisasapainon onnistumisesta. Mikäli ravinteita hukkaantuu enemmän kuin eläinlajilla valtakunnallisesti keskimäärin, voi syytä alkaa etsiä ensin ruokinnasta. Typen ja fosforin hyötysuhteessa tulisi tavoitella 30 %, johon parhaat karjat tällä hetkellä pääsevät. Mikäli hyötysuhde on alle 20 %, pidetään sitä heikkona. Energian ja valkuaisen saanti rehuannoksessa vaikuttaa eniten typen hukkaantumiseen. Liiallisesta kivennäisten määrästä ruokinnassa kertoo fosforin suuri poistuma lannassa. (Luomuwiki n.d; Rajala 2005)



Kuva 8 Karjatase. Karjatasetta laskettaessa vähennetään karjalle annetuista ravinteista tuotteiden ja eläinten mukana karjasta poistuneet ravinteet, jolloin karjataseeksi jää lantaan erittyneet ravinteet.

Mikäli karjataseesta haluaa luotettavan tuloksen, edellyttää laskeminen täsmällisiä tuloksia. Kotieläinten rehuista on saatavilla täsmälliset analyysit ja erilaiset ruokinnan suunnittelun ohjelmat auttavat laskemaan ruokinnan pitoisuuksia suuremmille karjamäärille. Tasetulos vääristyy, mikäli kotoisia rehuja ei analysoida, rehut eivät ole tasalaatuisia tai arviot käytetyistä määristä vaihtelee. Täsmällisenkin tuloksen arviointi ja ongelmakohtien löytäminen voi olla haastavaa, sillä eläimen hyvinvointiin ja rehun hyväksikäyttöön vaikuttavat monet tekijät. (Luomuwiki n.d; Rajala 2005)

Karjatasetta (kuva 9) laskiessa lasketaan lypsylehmän ruokinnan ravinnetasetta. Rajala (2001) esittää lypsylehmän saavan rehuissa 150 kg typpeä ja 22 kg fosforia. Vuosittaiseen maito- ja lihatuotokseen hän esittää menevän 37 kg typpeä ja 7 kg fosforia. Näin ollen lantaan ja virtsaan erittyvän typen määräksi eli karjataseeksi jää 113 kg typpeä ja 15 kg fosforia. Laskelmassa ei esitetä haihtuvan typen määrää. Typen hyväksikäyttöprosentiksi hän saa 25 % ja fosforin hyväksikäytöksi 32 %. Tasetta (kuva 10) tarkastellessa huomaa, että se on tehty jonkin aikaa sitten, kun katsoo syötettyjen ja poistuneiden ravinteiden kilomääriä, mutta hyväksikäyttöprosentti on edelleen verrannollinen.



Kuva 9 Karjataseen mallinnus Rajalan antamasta esimerkistä. Karjataseessa fosforin hyötysuhde on lähes aina typen hyötysuhdetta parempi.

6.3 Lantatase

Lantataseella ilmaistaan lannan hyväksikäyttöprosenttia. Lantatase laske-
taan vähentämällä eläimistä lantaan kulkeutuneiden ravinteiden määrästä
peltoon lannan mukana levitettyjen ravinteiden määrä. Lannassa oleva ko-
konaisravinnemäärä saadaan karjataselaskelmasta, jonka perusteella voi-
daan määrittää varastossa olevalle lannalle laskennallinen ravinnemäärä.
Tulosta verrataan pellolle levitettyyn lantamäärään ja lanta-analyysiin. Las-
kelmalla saadaan selville, paljonko lannan kokonaisravinteista on jäänyt
hyödyntämättä (kuva 10). (Rajala 2005, 87-89)

Lannan hyväksikäyttöä voidaan parantaa tilalla lannan huolellisella tal-
teenotolla ja varastoinnilla. Typen haihtumista lannasta vähentää myös
karjasuojassa kuivikkeena käytettävä turve. Lantalan tulee olla riittävän
suuri ja hyväkuntoinen. Lantalan kattamisella voidaan vähentää typen
haihtumistappioita, fosforilla niitä ei ole. Lannan oikea aikaisella levityk-
sellä, tekniikalla ja kohtuullisilla määrillä voidaan myös vaikuttaa lantata-
seeseen. Lannan hyvällä käsittelyllä voidaan päästä jopa 70-75 % typen hy-
väksikäyttöprosenttiin, huonolla käsittelyllä voidaan jäädä 50 % tai jopa
alle. Koska fosfori voi hävitä vain huuhtoutumalla, sen tavoiteltava hyväk-
sikäyttöprosentti on yli 90 %. (Rajala 2001)



Kuva 10 Lantatase. Lantatasetta laskettaessa vähennetään karjatasesta viljelyssä käytetyt oman lannan ravinteet, jolloin saadaan lannan ja sen varastoinnissa tapahtunut ravinteiden hävikki selville.

6.4 Primääriravinnetase

Uusimpana ravinnetaseiden laskentamuotona on primääriravinnetase, jossa ravinnetasetta laskiessa katsotaan tilalle lisättyjen lisättyjen ja tuotetun tuotteen/sadon suhdetta eli tarkastellaan hyötysuhdetta (kuva 11). Primääriravinnetaseessa halutaan välttää liiallisen yksinkertaistamisen tuomat riskit virhetulkintoihin. Halutaan kiinnittää erityistä huomiota systeemin ulkopuolelta tuleviin ravinteisiin, joita tässä laskentamenetelmässä nimitetään primääriravinteiksi. Systeemin sisällä kulkevia ravinteita puolestaan nimitetään sekundääriravinteiksi. Lisäksi halutaan kiinnittää huomiota ravinteiden laatuun (kasvi vs. eläin). (Seuri 2017)

Primääriravinnetasetta laskettaessa lasketaan ensin kierrätyskerroin (k), joka kertoo, kuinka paljon tilan ravinteista on kierrätettäviä ravinteita. Kierrätyskerroin saadaan laskemalla kaikki kasvinviljelyssä käytetyt ravinteet yhteen ja jakamalla tulos primääriravinteiden määrällä ($k = (p+m) / p$). Tämän jälkeen lasketaan ravinteiden hyödyntämistase (u) eli maaperätase. Ravinteiden hyödyntämistase kertoo, kuinka paljon peltoon laitetuista ravinteista on sitoutunut satoon. Ravinteiden hyödyntämistase lasketaan jakamalla sadon ravinnemäärä (y) kasvinviljelyn käytössä olevilla ravinteilla ($p+m$). Näin ollen kaavaksi saadaan $u = y/(p+m)$. Kun kierrätyskerroin ja ravinteiden hyödyntämistase on saatu laskettua, voidaan laskea primääriravinnetase (P). Primääriravinnetase voidaan siis laskea kaavalla $P = y/p$ tai $P = k \cdot u$. (Seuri 2017)

$$\text{Kierrätysravinnekerroin } (k) = (p+m)/p$$

p = primääriravinne

m = muut ravinteet

$$\text{Ravinteiden hyödyntämistase } (u) = y/(p+m)$$

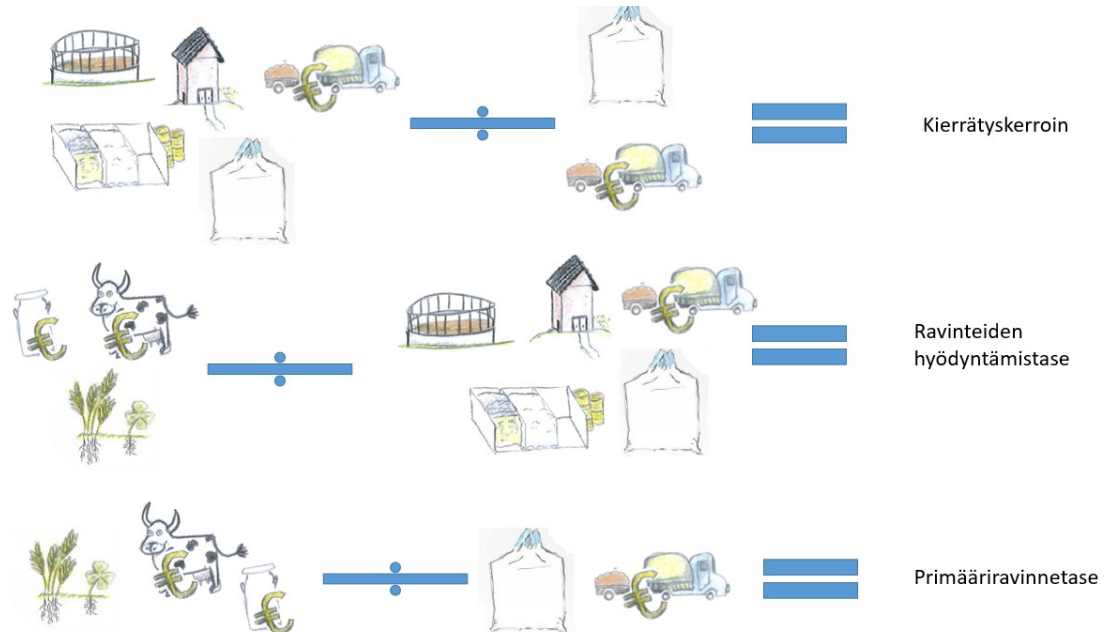
y = sadon ravinnemäärä

$$\text{Primääriravinnetase } (P) = y/p \text{ tai } P = k \cdot u$$

Kuva 11 Laskentakaavat ja järjestys, jolla voidaan laskea tilalle primääriravinnetase. Typen ja fosforin primääriravinnetase lasketaan samalla kaavalla.

Primääriravinnetase kertoo, paljonko yhdestä tilalle ulkopuolelta hankitusta ravinnekilosta saadaan satoa. Primääriravinnetase on kasvinviljelytiloilla monesti 0,5-0,8, jolloin ostolannoitteista sitoutuu 50-80 %. Mikäli ostolannoitteista sitoutuu alle 50 %, on tilan ravinteiden hyväksikäytössä ha-

vaittavissa suurta tehottomuutta ja isoja ravinnetappioita. Kasvinviljelytiloilla yli 80 % hyväksikäyttö on harvinaista ja yli 100 % arvot mahdottomia. Kotieläintiloilla primääriravinnetaseessa esiintyy suurempaa vaihtelua kuin kasvinviljelytiloilla. (Seuri 2017)



Kuva 12 Primääriravinnetase kuvina.

Hyvin ravinteiden kierrätyksessä onnistuneilla tiloilla on mahdollista saavuttaa yli 1,0 eli yli 100 % arvo. Huonoimmillaan kotieläintilan primääriravinnetase voi jäädä alhaisemmaksi kuin kasvinviljelytiloilla. Kotieläintuotannossa saavutetaan lannan kierrätystypen avulla keskimäärin parempi typen primääritehokkuus (80%) kuin kasvinviljelyssä (67 %). Kierrätysravinteiden käytöllä ja käytön tehostamisella voidaan vähentää merkittävästi maatalouden aiheuttamaa typpikuormitusta. (Seuri 2017)

7. RAVINNEYLIJÄÄMÄN VÄHENTÄMINEN

7.1 Ruokinnan keinot ravinteiden hyväksikäytön tarkentamiseen

Ruokinnan ravinneylijäämän minimoimiseksi tulee tunnistaa lehmien ruokinnan perusteet ja peruskäsitteet. Rehuarvojärjestelmä antaa rehuille rehuarvot ja ruokintasuositukset. Ruokintaa suunniteltaessa tulee huomioida syönti-indeksi, tuotosvasteet ja ruokinnan suunnittelun rajoitteet. Suunnittelun lähtötiedoiksi tarvittavien rehujen kemialliset koostumukset eli raakavalkuainen, kuitu, kivennäis- ja hivenaineet, vitamiinit, aminohapot yms. tulee tuntea sekä tiedostaa niiden mahdolliset minimi-, maksimi- ja tavoitearvot. (Rinne 2014)

Muodostaakseen maitoa ja pitääkseen elintoimintonsa yllä tarvitsee lehmä glukoosia, aminohappoja, lyhyt- ja pitkäketjuisia rasvahappoja, kivennäis- ja hivenaineita ja vitamiineja. Monimutkainen ruuansulatusjärjestelmä asettaa lehmän ruokinnalle haasteita, sillä sokereista fermentoituu etikka- ja voihiappoja, jotka eivät käy maitosokerin raaka-aineiksi. Samat rehut voivat puolestaan fermentoitua erilaisissa tilanteissa eri lähtöaineiksi ja eri rehut samoiksi. Vain sulaneesta rehusta lehmä saa ravintoaineita ja energiaa käyttöönsä. Sulamattoman rehun energia ja ravintoaineet päätyvät sontaan. Rehun kokonaissulavuutta voi laskea vähentämällä syödyistä rehusta sontaan päätyneen rehun ravinteet, jolloin voi laskea rehujen sulavuuden määrän. Hyvää orgaanisen aineen sulavuutta kuvastaa yli 80 % hyväksikäyttö, kun taas sulavuus on huolestuttavan huono, mikäli lähestytään 65 %. Rehun sulavuuteen vaikuttavat rehun ominaisuudet eli kuidun pitoisuus, sulamattoman kuidun pitoisuus sekä potentiaalisesti sulavan kuidun sulavuus ja sulatusympäristön ominaisuudet eli eläimen ominaisuudet, ruokintataso sekä rehuannoksen koostumus, jossa väkirehun määrän ja rasvan lisääminen pienentävät sulavuutta. Virtausnopeuden kasvaessa pötsissä pienenee sulatusnopeus. Koska jokaisella rehulla on lukematon määrä sulavuuksia, mihin vaikuttaa sulatusympäristö, kannattaa ruokintaa suunnitellessa selvittää rehujen suhteelliset erot sulavuusanalyysillä. (Rinne 2014)

Korjausyhtälön avulla päästään tulokseen, jossa vähän syövä lehmä saa samasta rehumäärästä paljon syövä lehmä enemmän energiaa, sillä rehuannoksella on pidempi viipymäaika sen ruuansulatuksessa. Ruokinnan koostumusta muuttamalla voidaan vaikuttaa rehun ruuansulatuskannavassa viipymiseen ja tämän kautta ravintoaineiden imeytymiseen ja hyväksikäyttöön. Neste siis virtaa partikkeleita nopeammin. Tehtyjen tutkimusten mukaan nesteen ja liukoisten ravintoaineiden viipymisaika on noin 7 tuntia, karkearehupartikkaleiden noin 50 tuntia ja väkirehupartikkaleiden noin 12 tuntia. Ruokinnassa toteutuva sulavuus on aina ruokintakohtainen kompromissi, sillä pötsin tilavuus on rajallinen, jolloin se rajoittaa syöntiä ja sitä kautta energian saantia. Energian saannin maksimointia voidaan auttaa rehujen valikoivalla viipymisellä. (Rinne, 2014)

Korjattu ME-saanti (MJ/pv)

$$= \text{Korjaamaton ME-saanti (MJ/pv)} - (-56,7 + 6,99 \times \text{MEyp} + 1,621 \times \text{ka-syönti} - 0,446 \times \text{rv-pitoisuus} + 0,00112 \times \text{rv-pitoisuus}^2)$$

ka-syönti = kuiva-aineen syönti, kg/pv

MEyp = rehuannoksen korjaamaton ME-pitoisuus, MJ/kg ka

rv-pitoisuus = rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus, g/kg ka

Rehussa olevan valkuaisen määrä ei kerro paljoa lehmän käyttöön tulevan valkuaisen laadusta ja määrästä, sillä pötsin mikrobit hajottavat lehmän saaman valkuaisen muodostaen siitä yksinkertaisia tyypellisiä yhdisteitä. Ruokinnan valkuais- ja energiaruokinnan erottaminen toisistaan on haasteellista, sillä mikrobivalkuaisuutannon toiminnan edellytys on orgaanisesta aineksesta pötsissä fermentoitunut energia. Aminohappoja rakentaakseen pötsimikrobit tarvitsevat myös riittävästi ammoniakkia. Valkuaisen osuutta ruokinnassa laskiessa on tärkeää tiedostaa märehitijöiden valkuaisarvot sekä käyttää valitsemaan yksiköitä johdonmukaisesti. (Rinne, 2014)

Ruokintaratkaisuja lypsykarjatilalla tehdessä on rehu loppujen lopuksi pelkkä välituote, sillä lopullinen raha saadaan maidosta. Rehujen arvo perustuu saatavaan tuotosvasteeseen ja maidon pitoisuuksiin, joista maksetaan. Jotta ruokinnan voi optimoida mahdollisimman taloudelliseksi, on todelliset tuotosvasteet välttämätön laskennan lähtötieto. Tuotannon lopputuloksen taustalla on rehujen vapaaehtoinen syönti, rehunsulatuksen yhdysvaikutukset ja energiansaanti sekä imeytyneiden ravintoaineiden määrä. (Rinne 2014)

7.1.1 Vapaaehtoisen syönnin ennustaminen

Lypsylehmän ruokinnassa kaikkein tärkein, mutta myös kaikkein vaikein osa on syönnin ennustaminen. Syöntiä ei voi tietää ruokintaa suunniteltaessa vaan ennustetaan monilla malleilla ja lopputulos nähdään vasta ruokintapöydällä. Rehuannoksen koostumuksella on suora vaikutus syöntiin ja syödyllä rehumäärällä maitotuotoksen määrään, joka vaikuttaa taas puolestaan syöntiin. Absoluuttiseen syöntimäärään vaikuttaa eläimen ominaisuudet kuten koko, lypsykauden vaihe, ikä ja perinnöllinen taso sekä rehujen ominaisuudet ja ympäristötekijät, joista muodostuu näiden kolmen yhdysvaikutukset. Lähtökohtana syönti-indeksille on rehuannoksen koostumuksen vaikutukset syönnin suhteelliseen muutokseen. Korkeaa syöntiä tavoiteltaessa tavoitellaan korkeaa tuotosta. Korkean tuotannon vaiheessa ravintoaineiden saanti alkaa rajoittaa maidontuotantoa, jolloin pötsin kapasiteetti asettaa rajat syönnille. Lehmän elimistö välittää metabolisia ja fyysisiä signaaleja säädelllessään syöntiä, jolloin eläin pyrkii välttämään negatiivisia tuntemuksia. (Rinne 2014)

Syönti-indeksin laskennalla on mahdollista suunnitella lypsylehmien ruokinta ja rehumäärät vastaamaan lehmän tarvetta. Jotta tuotannon voi optimoida taloudellisesti, tulee voida laskea lehmän maksimissaan vuorokaudessa syötävän rehuannoksen määrä ja sen ravinnepitoisuus. Tuotannon taloudellisuuden kannalta varsinkin valkuaisruokinnan optimointi on ensisijaisen tärkeää, sillä laadukas rehuvalkuainen on kallista. Valkuaisyliruokinta on haitallista eläimille ja ylimääräisen valkuaisen poistuessa ureana tulee ruokinnassa vastaan ympäristönäkökohdat eli ammoniakkin haihtuminen, nitraatin huuhtoutuminen ja typpioksiduuli, joka on voimakas kasvihuonekaasu. (Rinne 2014)

7.1.2 Ruokinnan optimointi

Yhteiskunnan asettaessa yhä enemmän paineita kotieläintuotannolle on kotieläintuotannon kynnyskysymyksenä eläinten hyvinvoinnin rinnalla tuotannon ympäristönäkökulmat. Näistä puhuttavat eniten ravinteet, ammoniakki ja metaani. Maidon nettokustannusten ollessa snt/litra korkeammat kuin maidonmyyntitulot snt/litra tarkoittaa yrittäjän jäävän jokaisesta tuottamastaan maitolitrasta tappiolle. Maidontuotannon rakentuessa rehuntuotannon ympärille voidaan rehuntuotannon katsoa olevan maidontuotannon perusta, jolloin sillä on suorat vaikutukset talouteen ja ympäristöön. (Rinne 2016)

Ruokinnan taloudellisuutta laskettaessa tulee tietää mistä komponenteista tilan ruokinta koostuu. Ruokinnassa tuotantoon käytettävien panosten hinnan tulee muodostua pienemmäksi kuin tuotannonlisäyksestä muodostuva summa. Karjakompassi -ohjelma mahdollistaa tämän laskeamisen. Taloustarkastelua tehtäessä ja ruokintaa optimoitaessa tulee huomioida tarkastelun aikajänteet. Tarkastellaanko taloutta pitkinä kokonaisuuksina, jolloin eri aikajänteiden ruokintaan ei pystytä syventymään, vai tarkastellaanko taloutta ruokintajaksoittain, jolloin jokaisella tilalla toteutetulla ruokinnalla on tiedossa sen kannattavuus. Kokonaistaloudellinen tarkastelu edellyttää aikajänteiden toisistaan erottamisen sekä jokaisen kustannuserän tiedostamisen. Maitotilojen keskeisimmät kustannuserät on esitetty taulukossa 9. (Rinne 2016)

Ruokinnan ympäristöystävällisyyttä punnittaessa on avainasemassa kotieläintuotannossa ravinteiden tehokas käyttö sekä kierrätys kasvintuotantoon. Hävikkien pienentäminen tulee ottaa mukaan tuotannon jokaiseen kohtaan. Sivuvirtojen hyödyntäminen niin tilalle kuin tilalta pois päinkin edellyttää verkostoitumista ja yhteyksiä bioenegian tuotantoon. Kotieläintuotannossa pitää ymmärtää oman tuotantonsa kasvihuonekaasuvaikutukset (metaani ja typpioksiduuli) sekä osata laskea hiilijalanjälki ja vesivaarat eli vesijalanjälki. Ympäristöystävällisyyttä ajatellessa tulee tilan valinnoissa huomioida paikallisuus, omavaraisuus, luomutuotannon mahdollisuus sekä biodiversiteetti. (Rinne 2016)

Kotieläintuotannossa rehu voidaan ajatella välituotteena, jonka sisältämät ravintoaineet tulee muuttaa mahdollisimman tehokkaasti lopputuotteiksi. Ravintoaineiden hyödyntäminen edellyttää rehuannokselta tasapainoisen koostumuksen, jonka rakentamiseksi tarvitaan toimiva rehuarvojärjestelmä, ajantasaiset ruokintasuositukset sekä jokaisen rehuerän laadun tunteminen. Ruokintaa tarkentamalla vähennetään ympäristövaikutuksia luoden samalla mahdollisuus ruokinnan taloudellisuuden parantamiseen. Ruokinnan hävikin pienentämiseen erityisesti säilörehunruokinnassa tulee kiinnittää huomiota. (Rinne 2016)

Typpi ja fosfori ovat eläimille välttämättömiä ravintoaineita, mutta myös ympäristökuormitusta aiheuttavista ravinteista tärkeimpiä. Lypsykarjatilalla fosforin porttitasetta pienennettäessä, on tehokkain tapa väkilannoitefosforin käyttömäärien pienentäminen. Lypsykarjatilan kasvien fosforin tarve pystytään usein tyydyttämään karjanlannan fosforilla sekä maaperään varastoitunutta fosforia hyödyntämällä. Kasvintuotannossa tulisikin panostaa lannan fosforin hyväksikäyttöön. Ruokintasuositusten fosforitarpeen ylittäminen ruokinnassa lisää vain lannan fosforipitoisuutta vaikuttamatta millään tavalla tuotokseen. Rehuvalinnat ovat paras tapa vaikuttaa ruokinnan fosforipitoisuuteen. (Rinne, 2016)

Paras keino typen hyväksikäytön parantamiseen maidontuotannossa on pienentää rehuannoksen raakavalkuaispitoisuutta. Typpi- eli valkuaisruokinnassa ruokinnan optimoinnin tärkeys korostuu, sillä hyvälaatuinen rehuvalkuainen on kallista. Valkuaisyliruokinta on haitallista ja tarpeetonta eläimille, sillä ylimääräinen typpi poistuu virtsan mukana ureana. Ympäristönäkökulmia tarkastellessa tämä tarkoittaa ammoniakkin lisääntyvää haihtumista eläinsuojista, lantavarastoista ja pelloilta. Lannassa oleva nitraatti huuhtoutuu pohjavesiin ja lannassa oleva typpioksiduuli on voimakas kasvihuonekaasu. (Rinne 2016)

Ravinteiden kiertoa ympäristön kannalta ajatellessa rehuista lantaan kulkeutuneet typpi ja fosfori voidaan kierrättää takaisin käyttöön peltoviljelyn kautta. Osa ravinteista hukkaantuu, mikä aiheuttaa ravinnepäästöjä. Lypsykarjatilalla ravinteiden hyväksikäytön ja päästöjen määrää on mielekääntä tarkastella typen ja fosforin ylijäämänä maitolitrat kohden. Karjako-passi mahdollistaa ruokinnan optimoinnin ravinteiden hyväksikäytön kautta, mikä mahdollistaa ravinteiden ylikuokinnan välttämisen. Ympäristön ja tilakokonaisuuden kannalta on tärkeää tarkastella myös ravinteiden hehtaarikohtaista tasetta. (Rinne 2016)

Kotieläintuotannon ympäristövaikutuksia voi parantaa myös parantamalla tuotannon tehokkuutta. Ruokintaa parantamalla saadaan parannettua tuotosta, jolloin yhtä tuotettua yksikköä kohden saadaan pienennettyä ravinnekuormituksen määrää. Tuoteyksikköä kohden olevia päästöjä voidaan vähentää vähentämällä tuotannon jokaisessa vaiheessa tapahtuvaa

tehottomuutta ja hävikkiä. Käytännön esimerkkejä tällaisista toimenpiteistä on lehmien elinikäsituotoksen nostaminen, jolloin hiehojen kasvatuksen kuormitus vähenee. Lehmien terveyttä parantamalla vähennetään sairaiden eläimien hukkaantuvan maidon tuotantopanosten määrää ja keltovottoman maidon ravinnekuormitusta. Rehuntuotannon hävikkiä saadaan pienennettyä viljelypanosten huolellisella käytöllä, säilörehun säilöntätappioiden ja jälkilämpenemisen ehkäisyllä ja ruokintatekniikan optimoinnilla. Hävikin pienentämiseen tulee kiinnittää huomiota myös jalostusta suunniteltaessa, kaupassa ja kotitalouksissa. (Rinne 2016)

Suoraa oikotietä ravinteiden hyväksikäytön onneen ei kuitenkaan ole, mutta tuotannon biologinen ja taloudellinen tehokkuus pohjautuu tasapainoisen rehuannoksen koostamiseen ja laadukkaiden perusrehujen varaan. Tuotannon sivutuotteet tulisi hyödyntää mahdollisimman hyvin ja biotalouden toimialojen tulisi verkottua parempaan yhteistyöhön. Tällöin saadaan yhdistettyä kotieläintuotteiden ja bioenergian tuotanto. Satotason kasvattamisella saadaan parannettua nurmentuotannon potentiaalia, maamme peltoalasta kolmasosan ollessa nurmea. Nurmenviljelyn positiivinen vaikutus maan hiilitaseeseen tulisi huomioida paremmin ja käyttämättömää nurmentuotannon kapasiteettia tulisi hyödyntää tehokkaammin energiantuotannossa ja säilörehun prosessoinnissa. Ylijäämänurmi on kustannus, joka tulisi hyödyntää esimerkiksi säilörehun fraktioinnilla. Tällöin liukoinen valkuais- ja kivennäispitoinen fraktio voidaan käyttää rehuannoksen väkevöittämiseen lypsylehmille tai sioille. Kuitupitoinen fraktio voidaan hyödyntää vähemmän vaativille eläinryhmille tai bioenergian tuotantoon, kuivikkeeksi, hydrolysoitavaksi ja mikrobikasvualustaksi. (Rinne 2016)

7.1.3 Säilörehun ravinteiden hävikin vähentäminen

Säilörehuruokinnassa hävikkiä syntyy ketjun jokaisessa vaiheessa. Säilörehun korjuun ja säilönnän aikana hävikkiä syntyy esimerkiksi hengitys- ja varisemistappioina. Säilönnän ja varastoinnin aikana tappiota syntyy puristeneesta, hengityksestä sekä pilaantumisesta. Ruokinnan hävikki puolestaan koostuu rehun jälkilämpenemisestä, rehun lajittumisesta ja tähteistä. Eri tutkimusten mukaan hävikki vaihtelee 8-40 % välillä. (Jääskeläinen n.d.)

Sadosta muodostuvan hävikin määrän saa laskemalla ensin sadon potentiaalisen kokonaistuoton. Potentiaalisesta kokonaistuotosta vähennetään peltohävikki eli mekaaniset tappiot ja hengitystappiot, jolloin saadaan varastoidun säilörehun määrä. Tämän jälkeen määrästä vähennetään varastohävikki eli kaasumaiset tappiot, puristeneeste ja pintahävikki, jolloin tulokseksi saadaan ruokintapöydälle siirretty rehu. Ruokintapöydälle siirretystä rehusta vähennetään ruokintahävikki eli rehujätteet ja jälkilämpeneminen, jolloin saadaan lehmän syövä rehu. (Jääskeläinen n.d.)

Säilönnän aikana tapahtuvalle hävikille on monia syitä. Puristenestehävikkiin vaikuttaa rehun matala kuiva-ainepitoisuus, kun taas säilönnän aikana tapahtuvaan hengityshävikkiin vaikuttaa rehussa oleva ja säilönnän yhteydessä siiloon jäävän hapen määrä. Hapen vuoksi kasviensyymit ja aerobiset mikrobit jatkavat hengitystä, kunnes happi on kulutettu. Valmiissa siilossa tai paalissa hävikkityypinä ovat säilönnän aerobinen pilaantuminen, joka jatkuu hapen vuoksi siilon ja paalin sisäosiin. Toinen merkittävä säilötyn rehun pilaantumismuoto on käyminen. Käymistä voi tapahtua niin maitohappokäymisenä, joka aiheuttaa käymistyypeistä vähiten hävikkiä, kuin virheikäymisenä, jolloin etikka- ja voihiappokäyminen aiheuttavat ravinnetappioita. (Jääskeläinen n.d.)

Ruokinnassa tapahtuvan rehuhävikin päätyypit ovat aerobinen pilaantuminen ja rehujätteet. Aerobiseen eli hapen avulla tapahtuvaan pilaantumiseen vaikuttaa epätasalaatuinen säilörehu. Lisäksi hapen sekoittuminen rehuun edistää lämpenemistä ja aerobisten mikrobien toimintaa. Rehujätteet puolestaan aiheutuvat huonon maittavuuden, rehun erottelun, tallettamisen ja ylimääräisen rehun vuoksi. Säilörehun ruokinnallista arvoa tulisikin arvioida useilla mittareilla. Ruokintaa suunniteltaessa on tärkeää tehdä rehuanalyysi ja arvioida syöntikykyä. Näiden avulla saadaan tietää rehun säilönnällinen laatu, kemiallinen koostumus sekä rehuarvot. Analyysin avulla voidaan tarkastella ruokinnalliseen arvoon vaikuttavia seikkoja; pH, haihtuvat rasvahapot, maito- ja muurahaishappo, liukoinen typpi, ammoniakki-typpi ja sokeri. Lisäksi saadaan tietoon ruokinnan optimoinnin kannalta tärkeät tiedot, kuten D-arvo, ME ja raakavalkuainen sekä rehun kuiva-ainepitoisuus, joiden pohjalta voidaan määrittää syönti-indeksiä. (Jääskeläinen n.d.)

7.1.4 Typen hyväksikäytön tehostamien ruokinnassa

Mahdollisia keinoja vaikuttaa typen hyväksikäyttöön maidontuotannossa on typen käytön vähentäminen tai lisätypen kokonaan poisjättäminen lypsylehmän ruokinnasta. Mikäli valkuaistäydennyksen jättää kokonaan pois rehuannoksesta, voi typen hyväksikäyttö parantua jopa 23 %. Tällöin maitotuotos kuitenkin pienenee, mutta rehukatetta voidaan saada nostettua 1 % verran. Rehukatteella tarkoitetaan maitotuotosta, josta vähennetään rehukustannus. Typen hyväksikäyttöä voidaan parantaa myös typpilannoitusta vähentämällä ja säilörehun korjuuaikaa myöhentämällä. Tällöin typen hyväksikäyttöä voidaan parantaa 5 %, mutta rehukate puolestaan pienenee 2 %. Mikäli säilörehun typpilannoitusta puolestaan päätetään vähentää, voi typen hyväksikäyttö parantua 9 %, jolloin rehukate pienenee 2 %. Viimeisenä vaihtoehtona Grönroos esittää nurmisäilörehun korvaamisen kokoviljasäilörehulla, jolloin typen hyväksikäyttö parantuu 7 % ja taloudellinen tulos 6%. (Grönroos 2014 26-27)

7.1.5 Fosforin hyväksikäytön tehostaminen ruokinnassa

Suomalaisessa aineistossa fosforin hyväksikäyttö on keskimäärin 25,5 % ruokinnan fosforipitoisuuden ollessa 4,8 g/kg kuiva-aineessa. Esimerkiksi lisääntyneen maitotuotoksen mukana lisääntynyt kuiva-aineen syönti, jota seuraa väkirehun lisääntynyt osuus dieetissä, josta seuraa melko väistämättömän fosforin saannin lisääntyminen. Nostettaessa ruokinnan valkuaispitoisuutta nostetaan monesti huomaamatta myös ruokinnan fosforipitoisuutta, sillä esimerkiksi rypsirouheen fosforipitoisuus on 13,2 g/kg ka verrattuna ohran fosforipitoisuuteen 3,6 g/kg ka ja säilörehun fosforipitoisuuteen 3,2 g/kg ka. Maitotuotosta rypsiroukinnalla nostettaessa, nousee kuiva-aineen syönti ja väkirehun osuus ruokinnasta, jolloin fosforin saanti ruokinnassa lisääntyy väistämättä. Vaihtoehtoisesti ruokinnan valkuaispitoisuutta voidaan lisätä härkävavulla (P = 5,7 g/kg ka) tai herneellä (P = 4,0 g/kg ka). Kun rypsin valkuainen korvattiin kokonaan härkävavulla, EKM-tuotos pieneni 34,1 kg/pv 32,3 kg/pv, dieetin P-pitoisuus väheni 18 g/kg ka, P-sulavuus parani 29 % -> 36 % ja P-eritys sontoon väheni 10,6 g/kg ka 9,61 g/kg ka. (Lamminen 2017)

7.2 Lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen

Maatalous on Suomessa suurin yksittäinen typen ja fosforin käyttäjä ja kiertättäjä. Alueellisen ravinteiden tarpeen ja lannan tuotannon välillä vallitsee suuri epätasapaino. Lantaa syntyy Suomessa eniten nautakarjatiljoilla, jotka tuottavat lantaa vuodessa 12 500 000 tonnia. Tässä lannassa on fosforia 10 300 tonnia ja typpeä 53 600 tonnia, josta liukoisen typen määrä on 23 400 tonnia. Koko Suomen lantojen tyyppistä 72 % ja fosforista 53 % on nautojen lannassa. (Marttinen ym. 2017, 10-12.)

Lannan ravinteiden hyväksikäytön parantamiseksi on tarjolla monia keinoja. Useimmat keinoista vaativat jonkinlaisia investointeja sekä toimintatapojen muutosta tilatasolla. Tilatason toimenpiteet kuitenkin maksavat itsensä takaisin ravinteiden hyväksikäytön parantuessa.

7.2.1 Teknologisten ratkaisuiden vaikutus talouteen

Lötjönen (2014) jakaa lannan viiteen erilaiseen ryhmään: lietelanta (kuiva-ainepitoisuus 5-10 %), kuivikelantajärjestelmän lanta (kuiva-aine % vähintään 20), jossa virtsa varastoidaan erikseen, kuivikepohjalanta (kuiva-aine % vähintään 40), puolikiinteä lanta (kuiva-aine % 10-20) ja separoitu lanta, jossa kuivajae ja nestejae saadaan erilleen. Lannan ominaisuuksiin vaikuttaa suuresti eläinlaji sekä kuivikkeiden määrä, laatu ja käsittely. Lannasta saatavien ravinteiden levityksen kustannuksiin vaikuttaa suuresti logistiset

kysymykset (taulukko 5) ja niiden ratkaisu sekä lannan mahdollisen käsittelyn, levityksen ja varastoinnin onnistuminen. Lannan ravinteiden arvosta ja maan rakennetta parantavista vaikutuksista saa enemmän hyötyä, kun minimoi levityksestä aiheutuvia kustannuksia, tallaustappioita ja hygieniariskiä, sillä karjatilalla on joka tapauksessa levitettävä lantaa johonkin.

Valtaosa lannanlevitykseen kuluvaan työajasta kuluu maantiellä, jolloin logistiikkaa voidaan pitää merkittävänä haasteena. Logistiikan haastetta voidaan pienentää ajoittamalla maantieajoa kasvukauden ulkopuolelle esimerkiksi etäsäiliöiden ja patteroinnin avulla. Levitysjankkoja pystytään pidentämään monipuolisen kasvilajivalikoiman avulla ja tallaustappioita vähentämään käyttämällä levityksessä kevyempää kalustoa kuin siirtoajossa. Separoinnilla ja kemiallisella fraktioinnilla pystytään lannan ravinteet kohdistamaan paremmin. Lietelannan multaamisella lieteköiden tyypin hyväksikäyttöä voidaan parantaa 20-30 % verrattuna hajalevitykseen. Multauksella saavutettu lieteköiden tyypin hyväksikäyttö kattaa karkeasti multauksen aiheuttamat kustannukset, jotka ovat noin 20 €/ha. Multaus mahdollistaa samalla paremman rehun laadun, paremman fosforin hyväksikäytön, levitysjän pitenemisen ja lieteköiden sijoitustuen saamisen. Sijoittamisen avulla ravinteet saadaan suoraan kasville käyttöön, jolloin kuiva-ainesatoa ja rehun valkuaispitoisuutta saa nostettua. (Lötjönen 2014)

Taulukko 5 Lietelannan arvoa voi yrittää laskea Kasper-fosforilaskurin avulla. Arvosta tulee vähentää kuljetus- ja levityskustannukset. (Lötjönen 2014; Fosforilaskuri 2018)

	Liukoinen N	P	K	
Lietteen pitoisuus	1,8	0,5	2,9	Kg/m ³
Ravinnekilon hinta väkilannoitteessa	1,02	1,82	1,00	€/kg
Lietekuution arvo: N-hyväksikäyttö 50 % P-hyväksikäyttö 85 %	0,92	0,77	2,90	€/m ³
Lietteen arvo yhteensä				4,6 €/m ³
Kaliumia yli tarpeen, jolloin arvo voisi olla:				3,1 €/m ³

7.2.2 Lannan käyttäminen uudelleen kuivikkeena

Lietelannan prosessoiminen kuivikkeeksi on kerännyt kannatusta sen uusiutuvuuden vuoksi. Kuivikkeena käytettävää kuivajakeita voidaan tuottaa kolmella erilaisella menetelmällä, eli käsittelemättömänä kuivajakeena, kompostoituna kuivajakeena ja biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksestä

separoituna kuivajakeena. Käsittelemätön kuivajae on raakalietteestä separoituna sellaisenaan käytettävää. Kompostoitua kuivajaetta tehdessä raakalietteestä separoitu kuivajae kompostoidaan esimerkiksi rumpukompostorissa 70 °C 2-3 vuorokauden ajan. Biokaasulaitoksen käsittelyjäänöksestä separoitu kuivajae on kaksikymmentä vuorokautta biokaasulaitoksessa 35 °C. Eri menetelmillä on oma vaikutuksensa kuiva-aneeseen ja kuivikkeessa olevaan mikrobimäärään. Käyttäessä mitä tahansa menetelmää tulee huomioida suositus käyttää kuivike mahdollisimman tuoreena, jolloin se ei kerkeä lämpenemään uudelleen. Märät kuivikkeet tulee siivota pois mahdollisimman hyvin ja lypsyhygieniasta pitää huomioida kuivikkeen lämpenemisen ja bakteerien kasvun riskit. Hinnaksi separointijärjestelmälle, jossa kuivajae erotetaan nesteestä, arvioidaan 25 000-40 000 €. Järjestelmälle, jossa kuivajae lisäksi hygienisoidaan kuumentamalla 90 000-250 000. (Frondeius 2017; Virtanen 2017)

Luonnonvarakeskuksen Maaningan tutkimusaseman navetassa suoritettiin vuonna 2017 kuivituskoe, jossa vertailtiin turpeen ja raakalietteestä separoidun käsittelemättömän kuivajakeen vaikutuksia lypsylehmiin sekä niiden tuotokseen ja terveyteen. Tarkkailtavia kohteita oli utareterveys, sorkkaterveys, ihovauriot, puhtaus, makuukäyttäytyminen ja aktiivisuus. Lisäksi kerättiin käyttökokemuksia kuivajakeen levityksestä, tuloksia kuiva-ainepitoisuudesta ja mahdollisesta jäätymisestä talvella. Utareterveyttä varten kerättiin lypsylehmistä maitonäytteitä kahden viikon välein. Koko kokeen tuloksia vertaillen on voitu todeta, ettei kuivikkeiden välillä ollut merkittävää tilastollista eroa solumäärissä. Ympäristöperäisiä utaretulehduksia esiintyi kokeen aikana yhteensä 7,2 %:lla koe-eläimistä, kun taas koko karjan osuudesta 9,9 %:lla oli esiintynyt ympäristöperäisiä utaretulehduksia vuonna 2016. Lypsylehmille suoritettiin puhtausluokittelu Welfare Quality -protokollan mukaisesti, jolloin luokittelussa arvostellaan takajalat, takaneljännes ja utare. Arvostelutuloksissa pystyttiin toteamaan kuivajakeella olevan 1,5-kertainen todennäköisyys puhtaaseen utareeseen verrattuna turpeeseen. Tulee kuitenkin huomioida, ettei kokeessa tutkittu ihon pinnalla olevia taudinaiheuttajia vaan ainoastaan fyysistä likaa. Päivittäiseen makuu aikaan ei kuivikkeen vaihdolla huomattu olevan vaikutusta. (Frondeius 2017)

Suomessa tutkimusten lisäksi kokemuksiin kuivajakeen käytöstä kertoo Harri Sukuvaara omalla lihanautatilallaan. Sukuvaara päätyi tilallaan käyttämään separoitua kompostoitua kuivajaetta kuullessaan laitteesta, jolla voi valmistaa hygienisoitua kuiviketta, Sukavaaralla on käytössään Kuivikeseparaattori-kompostori, joka puristaa ensin erilleen nesteen takaisin säiliöön. Kuivajae puolestaan tippuu separaattorin yhteydessä olevaan rumpukompostoriin, joka tappaa 70 °C lämpötilassa jakeesta haitalliset bakteerit ja kuivattaa jaetta vielä lisää. Näin hänellä jää kuivajae kuivikkeeksi ja neste voidaan jakaa ravinteineen peltoon. Kuivaseparaattori-kompostorin avulla tilalla ei ole tarvinnut laitteen alkuaikoina käyttää lai-

sinkaan turvetta. Sukuvaaran laskelmien mukaan investointi maksaa itsensä takaisin kolmessa vuodessa, mikäli hän saa pudotettua turpeen kulutuksen 25 % vuosittaisesta 7 000 kuutiosta. (YLE 2016)

7.2.3 Lietelannan happokäsittely

Lannan tyypessä oleva ammoniakki haihtuu eläinsuojissa kaikilta pinnoilta, joilla lantaa on. Eläinsuojan korkea lämpötila ja lannan korkea ammoniumtyppipitoisuus edesauttavat ammoniakin haihtumista. Typeä haihtuu myös jokaisessa lannan käsittelyvaiheessa. Tämän vuoksi olisi tärkeää, että lanta saataisiin siirrettyä mahdollisimman pian sen muodostumisen jälkeen varastoon ja lannan kanssa tekemisissä olevat pinnat saataisiin pidettyä mahdollisimman puhtaana. Lannan ravintoaineiden varastointia voi tehostaa levittämällä lantalan päälle katteen, jolloin tyyppi ei haihdu, laske-
malla lannan lämpötilaa sekä alentamalla pH:ta. (Salo, Grönroos, Luostarinen, Kapuinen, Manninen, Rankinen & Myllyviita 2015)

Lannan pH:n alentaminen hapon avulla voidaan tehdä lisäämällä lannan sekaan väkevää rikki-, tyyppi- tai maitohappoa tai alumiinisulfaattia kotieläinsuojassa tai varastoinnin ja levityksen yhteydessä. Lietelantojen pH on yleensä lähellä seitsemää, mikä antaa ammoniakin haihtumiselle optimaalisen ympäristön. Mikäli pH saadaan pidettyä alle kuudessa, pysyy lannan ammoniakki (NH_3) ammoniummuodossa (NH_4^+). Ammoniummuodossa ammoniakki on suola, joka ei haihdu. Kaikilla lyhyillä tarkastelujaksoilla ammoniakkipäästöjä on saatu vähennettyä. Sekaan lisäystä aineesta riippuen naudan lietalannan ammoniakkipäästöä on saatu vähennetty 15-80 %. Osassa tutkimuksista liukoisen fosforin pitoisuus laski happolisäyksen vaikutuksesta, mutta tämän on katsottu olevan tilapäistä. Tämän johdosta fosfori on hetken aikaa suojassa huuhtoutumiselta, mutta muuntuu takaisin liukoiseen kasveille käyttökelpoiseen muotoon. (Salo ym. 2015)

Ympäristövaikutusten elinkaarinäkökulmasta happolisäystä tarkastellessa ensisijainen vaikutus on ammoniakkipäästöjen ja hajuhaitan väheneminen. Hapon lisäysajankohdasta riippuen voidaan haluttuja hyötyjä saavuttaa jo kotieläinsuojasta alkaen. Happokäsittelyn myötä tulee kuitenkin huomioida lannankäsittelyn lisääntyvä energiankulutus, hapon valmistuksesta kasaantuvat päästöt ja mahdolliset muutokset muissa lannasta vapautuvista päästöistä. Hapon käytön myötä peltojen kalkitustarve myös lisääntyy. Hapon avulla voidaan kuitenkin vähentää ostolannoitteiden tarvetta ja näin ollen huomioida hapon käytön positiiviseksi puoleksi mineraalityppilannoitteiden tuotannon alenevat päästöt ja energiankulutus. Happolisäyksen todellinen hyöty korostuu myös, mikäli lannan lannoitusarvon paraneminen otetaan viljelyssä huomioon. Lannoitusarvon parane-
misen oletetaan lisäävän satotasoa ja pienentävän peltotuotannon elinkaarisia ympäristövaikutuksia. (Salo ym. 2015)

Salo yms. (2015) laskivat tekemänsä kokeen yhteydessä rikkihapon käytön kustannukset (taulukko 7). Kokeessa rikkihappo toimitettiin urakoitsijalle kuution konteissa. Kuution konttiin mahtuu 1500 kg eli 833 litraa rikkihappoa. Toimituserän koosta riippuen rikkihapon hinnaksi muodostui 0,30-0,48 €/litra. Rahdin osuus (0,1-0,2 €/l) nosti pienissä toimituserissä hintaa. Kokeessa lietteen pH pyrittiin laskemaan alle 6, mutta lietteet, joiden pH laski herkästi, laskettiin pH 5,5:een. Kokeessa urakoitsija määritteli lisäkustannukseksi haponkäytölle 1 €/m³, jolloin 1 € lisäkustannusta vastasi rikkihapon annostelu 1,5 l/m³. Lietelantojen pH:n laskuun käytettiin rikkihappoa 1-4 l/m³ riippuen lietalannan lähtö pH:sta. Kokeessa havaittiin talven yli varastoitujen lietalantojen pH:n olevan alhaisempia, jolloin pH:n lasku oli myös tehokkaampaa onnistuen pienellä happolisäyksellä.

Happolisäyksen kustannukseksi saatiin siis 1 €/m³, mikä sisältää lietalannan happolisäyksen 1,5 l/m³ sekä urakoinnin. Tämä ei kuitenkaan sisällä laitteen investointikustannuksia. Levityksen yhteydessä tarvittavan laitteiston hankintakustannukseksi tarvittavine asennuksineen arvioitiin noin 60 000 € ja vuosittaiseksi lietteenlevitysmääräksi 50 000 tonnia. Laskelmassa oletetaan urakoitsijan käyttävän laitetta 10 vuotta ja levittävän puolet vuosittaisesta lietemäärästään happokäsittelynä. Näin yhden levitetyn lietetonnin käyttökustannukseksi saadaan 0,24 €. Keskimääräiseksi happolisäykseksi laskettiin 1,5 l/m³ ja happokäsittelyn lisäkustannukseksi 1,24 €/m³. Näin ollen urakoitsijan letkulevityksen kustannukseksi saataisiin keskihinnan (2,20€) päälle lisätyn happolisäyksen kanssa 3,44 €. Sijoituslevityksellä vastaava kustannus olisi happolisäyksen kanssa 2,70 €. Happokäsittelyllä arvioidaan saatavan 200 kg/ha korkeampi sato, haihtumiselta säästyneen typen avulla. Lisäksi lasketaan rikkihapon peltoon tuoma rikin lannoitehyöty (taulukko 6). (Salo ym. 2015)

Taulukko 6 Happokäsittelyn kustannukset. (Salo ym. 2015)

Kustannukset		€/ha	€/m ³
Happo	21,5 m ³ x 1,5 l x 0,48 € =	15,48	0,72
Hapon rahti ja muut kulut	21,5 m ³ x 1,5 l x 0,19 € =	6,13	0,28
Poisto, 10v	60 000 €/ (25 000 m ³ /a*10a) *21,5 m ³ /ha	5,16	0,24
Kustannusten summa		26,77	1,24
Tuotot			
Sadon lisääntyminen	200 kg/ha* 0,13€/kg	26,00	1,21
Rikkilannoituksen korvaaminen	15 kg/ha * 0,5€/kg	7,50	0,35
Tuottojen summa		33,50	1,56

Suuremmissa erissä rikkihappoa tilattaessa päästiin käyttöerissä 0,3 €/l hinnassa. Tällöin happokustannus saadaan laskettua 0,97 €/m³ eli 21 €/ha. Mikäli rikkilannoitteena käytetään nestemäistä ammoniumsulfaattia, joka on mineraalilannoitetta edullisempaa, voidaan rikin hinnaksi laskea 0,25 €/kg. Tämä laskee happokäsittelyn tuotoksi 30 €/ha. Johtopäätöksinä lietelannan pH:n laskemisesta hapon avulla voidaan todeta sen olevan hyvä vaihtoehto, mutta saavutetut hyödyt riippuvat lannan lähtö pH:sta ja levitysolosuhteista. Happolisäyksen ansiosta voidaan saavuttaa sadonlisäystä ja vähentää ammoniakkin haihtumisen päästöjä. (Salo ym. 2015)

7.2.4 Lietesäiliön kattaminen

Lantalasta tapahtuvaan ammoniakkin haihtumiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten lannan/lietteen kemiallinen koostumus, jossa merkitsee erityisesti typpipitoisuus, fysikaaliset tekijät eli pH, kuiva-aine-% ja lämpötila, haihduttava pinta-ala, sääolosuhteet eli ympäristön lämpötila ja sademäärä, katteen käyttö ja tiiviys sekä ennen varastointia tapahtuva lannan käsittely. Ammoniakin haihtumisen kannalta keskeisimpiä tekijöitä on kuitenkin kuiva-aine-% ja typen määrä. Varastoinnin alussa ammoniakkia haihtuu pintakerroksesta, kunnes köyhtynyt ja kovettunut pintakerros muodostaa haihtumiselle esteen. Mikäli lantaa sekoittaa varastoinnin aikana alkaa ammoniakkin haihtuminen uudelleen. (Hellsted ym. 2017)

Lantalan kattamisella voidaan vaikuttaa ammoniakkin haihtumiseen. Katevalinta vaikuttaa saavutettavaan hyötyyn. Katteen avulla pyritään estämään ammoniakkia huuhtova ilmapvirtaus sekä muodostamaan haihtumista hidastavan tai jopa kokonaan ehkäisevän kerroksen. Tehokkain varastoinnin ammoniakkipäästöjen vähentäjä on kiinteä katto, mutta muita kattamisvaihtoehtoja ovat esimerkiksi kelluvan muovikalvon käyttö tai turpeesta, kasviöljystä, oljesta tai esimerkiksi polystyreenirakeista muodostuva kelluva kate. Mikäli katekerros pysyy ehjänä koko varastoinnin ajan, voidaan kaikilla näistä katteista saavuttaa 80-90 % typpitappion pieneminen lietelannasta. Saavutettava hyöty heikkenee oleellisesti, jos kate uppoaa tai sen pintaan muodostuu halkeamia. (Hellsted ym. 2017)

Katevaihtoehtoista halvin on pintaan muodostuva kuorettuma, joka muodostuakseen vaatii lietelannan kuiva-ainepitoisuudeksi vähintään 1 % ja lietteen on sisällettävä kelluvaa kuitua. Kylmissä olosuhteissa kuiva-aineen kellumista tukeva kaasuntuotanto kuitenkin heikkenee mikrobitoiminnan laskiessa, jolloin kuorettuma voi upota. Kuorettuman muodostuminen alkaa 10-20 vuorokautta varastoinnin jälkeen, eikä kuorettuman muodostumiseen voi vaikuttaa kuivikkeiden, lämpötilan tai ilmapvirtauksen avulla. Kun kuorettuma alkaa muodostua, alkavat päästöt pienentyä. Nurmisäilörehuruokinnan pitäisi antaa lannalle toivottua koostumusta kuorettuman muodostuksen kannalta. Luonnollisen kuorettuman sekä olkikatteen etuja on kyseenalaistettu, sillä molemmat sisältävät mahdollisuuden N₂O- ja

CH₄-päästöjen lisääntymiselle. Tutkimuksia kasviöljyn käytössä katteena on tehty vain laboratorio-olosuhteissa, jossa se on toiminut hyvin katteena. Käytännössä menetelmän tehoa pidetään rajallisena, sillä lannan mikro-organismit saattavat alkaa hajottaa sitä, jolloin se sekoittuu lietteen. Toisena riskinä pidetään tuulen öljyn pinnan rikkomista, jolloin öljy peittää vain osan säiliön pinnasta. (Hellsted ym. 2017)

Grönroos (2014) on arvioinut MMM:n eli maa- ja metsätalousministeriön rakentamisinvestointien yksikkökustannuksiin (korotettuna 20 %) perustuen lantaloiden kattamisen investointikustannuksia. Hän laski laskelmissaan mukaan säiliön sadevesivaran poisjättämisestä syntyvään kustannussäästöön. Laskelman mukaan lietesäiliön kiinteä kate maksaa 52,2 €/m², lietesäiliön kelluva kate 24 €/m², liete-/virtsasäiliön betonikansi 75,2 €/m² ja kuivalantalan seinät + vesikatto 72 €/m². Laskentaa tarkentaakseen hän on laskenut samat kulut vuosikustannuksiksi antaen käyttöikäoletukseksi kiinteälle betonikannelle 20 vuotta, kiinteälle katteelle 15 vuotta ja kelluvalle katteelle 5 vuotta. Lietesäiliön syvyydeksi laskelmissa on oletettu kolme metriä ja kuivalantalan hyötykorkeudeksi kaksi metriä. Tällöin (taulukko 9) kustannukset lantakuutiota kohden eri katevaihtoehdoille ovat, lietesäiliön kiinteä kate 1,85 €/m³, lietesäiliön kelluva kate 1,93 €/m³, liete-/virtsasäiliön betonikate 2,26 €/m³ ja kuivalantalan seinät + vesikate 3,25 €/m³. Esitetyissä kustannuksissa on kiinteään katteen rakentamiskustannus osoitettu uusille liete- ja virtsasäiliöille, sillä niihin ei ole laskettu mukaan vanhan säiliön tarvittavaa seinien ulkopuolista vahvistamista. Vanhaa säiliötä kattaessa jouduttaisiin todennäköisesti vahvistamaan säiliön reunoja, jotta se kestäisi betonikannen painon ja telttakatteen keskimaston asentaminen edellyttäisi vanhoissa säiliöissä usein pohjalaatan lisävahvistusta.

Lietelantalantalan kattamisen vaikutukset ammoniakkipäästöön sekä kattamisen kustannukset typpikiloa kohden (taulukot 7 ja 8). Tutkimuksessa oletetaan eristetyistä tyypeistä päätyneen lietesäiliöön 50-75 %. Katteen investointikustannus on tutkimuksessa laskettu 500 m³ lietesäiliölle. Taulukoissa 9 ja 10 esitetään jokaiselle katteelle arvioidut käyttöiät ja kustannukset sen hetkisillä hinnoilla ja hintasuhteilla. (Malgeryd ja Karlsson 1996)

Taulukko 7 Eri katevaihtoehtojen vaikutus ammoniakkipäästöön sekä investointikustannus säästettyä typpikiloa kohden. Tähän taulukkoon kustannukset on muutettu Ruotsin kruunuista euroiksi kurssilla 1 Skr = 0,1045 € alkuperäisestä teoksesta teoksessa (Hellsted ym. 2017)

Katemateriaali	Ammoniakkipäästön vähenemä %	Katteen kustannus, €/ Säästetty typpikilo
Betonikansi	95	1,28-1,87
Muovikate	90	1,49-2,13
Siirrettävä muovikate	90	0,59-0,85
Lecarae, 10 cm	70	0,59-0,91
Rypsiöljy, 0,5 cm	80	1,81-2,61
Muovipussisäiliö	100	Ei lisäkustannusta

Taulukko 8 Erilaisten katemateriaalinen käyttökustannus ja käyttöikä. Käyttökustannus on muutettu Saksan markoista euroiksi kurssilla 1 € = 1,95583 DM alkuperäisteoksesta teokseen. (Hellsted ym. 2017)

Katemateriaali	Käyttöikä, vuotta	Käyttökustannus, €/m ² /vuosi
Silputtu olki	0,5	0,5
Perliitti	10	1-1,5
Kelluva polyeteenikalvo	10	1,5-4
Telttakate	12-15	2-4,5

Ammoniakin haihtumisen lisäksi katteilla on vaikutusta hajuun. Kaikkien muiden paitsi vehnän oljen ja hakekerroksen katsotaan vähentävän hajua huomattavasti. Tehokkaimpana hajun vähentäjänä eri katemateriaaleista pidetään toista tutkimuksen perliiteistä, silputtua muun kuin vehnän olkea ja telttakatetta. Perliitti on vulkaanisesta tuhkasta lämpökäsittelemällä valmistettua raetta, joka sisältää hienoa kevyttä jauhetta. Tehokkain kate-tyyppi on kuitenkin kiinteä katto, betoni tai lasikuitu, jonka avulla hajuvähennys on yli 95 %. (Hellsted ym. 2017)

8. CASE MUSTIALAN OPETUS- JA TUKIMUSNAVETTA

Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa oli vuoden tarkkailujakson aikana keskimäärin 79,9 lypsylehmää. Hiehoja ja lehmävasikoita navetassa oli keskimäärin 81 kappaletta vuoden aikana. Sonnivasikat navetalta myytiin ternivasikoina noin kahden viikon ikäisenä välitykseen. Mustialan navetta on sijoitettu mahdollisimman lähelle tilan pelloja, jotta rehu- ja lantakuljetuksissa voidaan kulkea muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta peltoteitä pitkin. Peltoteiden läheisyys mahdollistaa myös vaivattoman laidunnuksen.

Navettaratkaisuna Mustialassa on vuonna 2015 valmistunut viileäpihatto, jossa on erillinen lämmitetty vasikkala. Navetassa suurimman osan lehmistä lypsää Lely Astonaut 4 -lypsyrobotti. Lisäksi navetassa on kolme paikainen SAC-kalanruotoasema, jossa opiskelijat opettelevat lypsämään. Lypsyasemaryhmässä on noin kymmenen lehmää kerrallaan.

8.1 Ruokinta

Eläinryhmät ruokittiin ryhmäkohtaisilla seoksilla ProAgrian ruokintasuunnitelmien mukaisesti (liitteet 3 – 26). Ruokinnan hoitaa Lely Vector-ruokintarobotti. Lely Vector-ruokintarobotti hoitaa nuorkarjan ja lypsylehmien ruokinnan sille annettujen ruokintaohjeiden mukaisesti. Ruokintarobotti työntää myös jo tekemänsä appeen lähemmäs eläimiä suorittaen samalla ruokintapöydällä olevan rehumäärän tarkkailua. Työntekijän työksi jää rehukeittiön täyttö sekä kunnosta huolehtiminen. Rehukeittiössä jokaisella ruokintakomponentilla on omat paikkansa, jolloin Vectoria täyttävä kauha tunnistaa rehun sen sijainnin mukaan. Tällainen ruokintajärjestelmä mahdollistaa tarkan rehujen mittauksen, sillä sekä kauhassa että Vectorissa on vaaka.

Navetan läheisyydessä on neljä laakasiiloa, joiden vetoisuus on yhteensä noin 1,5 miljoonaa kiloa säilörehua. Laakasiiloista rehu siirretään traktorin takanostolaitteessa olevan rehuleikkurin avulla rehukeittiöön. Ruokinnassa käytettäville rehukomponenteille on navetan pihassa neljäosainen komponenttivarasto, jossa säilötään kotoista viljaa ja valkuaisrehuja sekä ostettavaa rypsiä. Navetan ulkopuolella on rehusiilojen ja komponenttivarastojen lisäksi neljä pystysiiloa, joihin varastoidaan niin kotoisia kuin kaupallisiakin rehuja. Pystysiiloista kaksi mahdollistaa lypsyrobotilla annettavan lehmäkohtaisen lisäruokinnan ja kaksi komponenttien lisäämisen seosrehuruokinaan.

Vasikoiden ruokinta tapahtuu aluksi manuaalisena juottona maidolla yksilökarsinoin. Tällöin vasikoilla on tarjolla kolmen päivittäisen maitojuoton lisäksi niille suunnattua Primo-täysrehua ja vettä. Kahden viikon ikään mennessä vasikoiden juoma on vaihdettu maidosta maitojuomajauheeseen. Kun vasikka on siirretty juomaan täysin maitojuomajauhetta, muuttaa se ikätovereidensa kanssa ryhmäkarsinaan, jossa juotto tapahtuu Lely Calf –juottoautomaatin kautta. Juottoautomaatti mahdollistaa vasikalle yksilökohtaisen juoton ja antaa vasikalle päivän mittaan mahdollisuuden nauttia kymmenen litran päiväannoksensa maitojauhejuomaa.

8.1.1 Kotoiset rehut

Mustialan navetan kotoisia rehuja (taulukko 9) ovat säilörehu, viljat ja herne. Ruokinnan pohjana navetalla on kotoinen nurmi- ja apilasäilörehu, jota on sitten täydennetty kotoisilla viljoilla ja herneillä. Tarkat kotoisten rehujen käyttömäärät ruokintajaksoittain on esitetty taulukossa 10. Ruokinnan omavaraisuus on 74 % syötetystä kuiva-aineesta. Vuoden tarkkailujaksolla navetassa kului 454 956 kg ka säilörehua. Nurmi- ja apilasäilörehun mukana navettaan meni 38 161 kg raakavalkuaista, mikä tekee 6 106

kg typpeä. Fosforia navettaan meni säilörehussa 1 220 kg vuoden aikana. Viljaa ruokinnassa kului 119 338 kg ka vuodessa ja valkuaisäydenennyksenä käytettyä hennettä 31 520 kg ka vuoden aikana. Kotoisten rehujen koostumukset ja kuukausittaisen ruokinnan päivätaselaskelmat liitteissä 3-26.

Mustialan navetan ruokinnassa on tavoitteena käyttää mahdollisimman paljon kotoisia rehuja, jotta ruokinnan omavaraisuus olisi mahdollisimman korkea. Näin meneteltäessä navetta ei ole niin altis markkinatilanteille. Ruokintasuunnitelmaa tehtäessä ruokinnan perustana on aina hyvälaatui- nen sulava säilörehu, jota täydennetään mahdollisuuksien mukaan omilla viljoilla ja valkuaiskasveilla. Tämän jälkeen etsitään sopivat täysrehut tai teetetään tilakohtainen seos ruokintaa tukemaan.

Taulukko 9 Vuosittaiset kotoisen typen, fosforin ja kuiva-aineen kilomää-
rät Mustialan navetassa rehuittain ja eläinryhmittäin.

	kgka/pv			kgka/kk	Rehussa Fosforia g/kgka				Rehussa rv g/kgka			
	lehmät	ummit	hiehot		lehmät	ummit	hiehot	rv	lehmät	ummit	hiehot	
Nurmisäilörehu, 2. sato, matala sulavuus	0	45	0	1395	2,4	0	3348	0	110	0	153450	0
Nurmisäilörehu, keväsato 5.5.2016	528	75	355	29698	3,2	52377,6	7440	35216	131	2144208,00	304575	1441655
ApilanurmiSR, keväsato, paalattu	198	0	0	6138	2,4	14731,2	0	0	164	1006632	0	0
Farmarin Viljaseos	250,8	0	4,5	7914,3	4,5	34986,6	0	2971,4	129	1002949,2	0	85178,7
LS2 loppu 5-5-16	670	120	340	35030	2,6	52260	9360	26520	131	2633100	471600	1336200
O/K/V 40/40/20 16-12-15	402	0	0	12462	3,98	47998,8	0	0	134	1616040	0	0
Nurmisäilörehu, keväsato	715	112	420	38657	3,2	70928	11110	41664	98	2172170	340256	1275960
O/K/V 40/40/20 16-12-15	325	0	0	10075	3,98	40098,5	0	0	134	1350050	0	0
Nurmisäilörehu, keväsato	680	96	365	35371	3,2	65280	9216	35040	98	1993200	282240	1073100
O/K/V 40/40/20 16-12-15	408	0	0	12648	3,98	48715,2	0	0	134	1640160	0	0
Nurmisäilörehu 18A, keväsato, paalattu	0	150	288	13578	3,2	0	14400	27648	96	0	432000	829440
Sinimailaspitoinen sr 12A, 1. sato	1008	0	144	35712	2,5	75600	0	10800	119	3598560	0	514080
O/K/V 40/40/20 16-12-15	0	0	0	0	3,98	0	0	0	134	0	0	0
Nurmisäilörehu, keväsato, paalattu	0	132	198	10230	3,2	0	13094	19642	96	0	392832	589248
Sinimailaspitoinen sr, 1. sato	737	0	198	28985	2,5	57117,5	0	15345	119	2718793	0	730422
O/K/V 40/40/20 16-12-15	335	0	66	12431	3,98	41332,3	0	8143,1	134	1391590	0	274164
PP 18A 1s 23-8-16	0	108	183	9021	2,4	0	7776	13176	132	0	427680	724680
ApilanurmiSR, keväsato	828	0	122	29450	3,2	79488	0	11712	96	2384640	0	351360
O/K/V 40/40/20 16-12-15	345	0	122	14477	3,98	41193	0	14567	134	1386900	0	490440
Nurmisäilörehu, keväsato, paalattu	0	104	130	7254	2,5	0	8060	10075	150	0	483600	604500
ApilanurmiSR, keväsato	650	0	195	26195	3,2	64480	0	19344	160	3224000	0	967200
Tuoresäilötty vilja	273	0	19,5	9067,5	4	33852	0	2418	123	1946490	0	139035
Herne	195	0	143	10478	4,1	24784,5	0	18175	230	743535	0	545259
ApilanurmiSR, keväsato	620	0	63	21173	2,4	46128	0	4687,2	132	2537040	0	257796
ApilanurmiSR, keväsato	0	144	315	14229	2,3	0	10267	22460	102	0	455328	996030
Tuoresäilötty vilja	285,2	0	0	8841,2	4,9	43321,88	0	0	123	2015793,6	0	0
Herne	198,4	12,8	214,2	13187,4	4,1	25216,64	1626,9	27225	228	756499,2	48806,4	816744,6
ApilanurmiSR, keväsato	726	0	68	24614	2,4	52272	0	4896	132	2874960	0	269280
ApilanurmiSR, keväsato	0	135	272	12617	2,3	0	9315	18768	102	0	413100	832320
Myllärinseos he20oh40ka40	396	0	68	14384	4,1	48708	0	8364	144	1710720	0	293760
ApilanurmiSR, syysato	670	77	330	33387	2,5	51925	5967,5	25575	124	2575480	295988	1268520
Myllärin seos kaura-ohra-herne	402	0	66	14508	4,1	51094,2	0	8388,6	144	1794528	0	294624
ApilanurmiSR, syysato	871	77	414	42222	2,1	54873	4851	26082	135	3527550	311850	1676700
Myllärin seos kaura-ohra-herne	335	0	0	10385	4,1	41205	0	0	144	1447200	0	0
				605814,40	g/v	1259966,92	115832	458901		52198788	4813305,40	18677696
					Kg/v	1259,97	115,8	458,9		52198,79	4813,305	18678
									Typpeä	8030,58	740,5085	2873,5

8.1.2 Ostorehut

Ostorehuina Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilán navetassa syötettiin vuoden tarkkailujaksolla kivennäisiä, vasikoiden juomarehua sekä lehmien täys- ja valkuaisrehuja. Lisäksi navetalle ostettiin kivennäisrehut. Ostorehut navetalle on valittu niiden ruokintaa täydentävien ominaisuuksien mukaan. Vuosittainen ostorehujen kulutus sekä typpi- ja fosforimäärät ovat taulukoissa 10 ja 11. Säilörehun laadun ollessa vaihtelevaa siiloittain on ruokinnan ostorehujen vaihdoksilla kompensoitu huonompia säilörehu-eriä. Näiden myötä kasvaa myös ostetun typen ja fosforin määrä.

Taulukko 10 Ostorehujen määrät ja typpikilot sekä typpikilojen hinta.

	kgka/v	rv kg /v	typpeä kg/v	€/tonni	€/tonni Urea	ka%	Kg/v	€/v	N-kilo/€
AutoKrossi2	18972,00	3889,26	598,35	230,55		87,50	21682,29	4998,85	8,35
AutoKrossi 3	54603,00	11466,63	1764,10	230,55		87,50	62403,43	14387,11	8,16
FarmRypsiMixer	76527,00	29539,42	4544,53	263,77		85,00	90031,76	23747,68	5,23
ADE-hivenrae	653,70	43,80	6,74	1076,67	494,00	90,00	726,33	782,02	3,33
Asetona Energy liuos	1329,60	101,05	15,55	1206,32	494,00	67,00	1984,48	2393,92	7,68
Lypsykivennäinen	5213,40	0,00	0,00	440,00		98,50	5292,79	2328,83	0,00
Primo nappula	3193,75	606,81	93,36	350,00		87,50	3650,00	1277,50	13,68
Primo asid	3368,00	724,12	111,40	2200,00		95,00	3368,00	7409,60	66,51

Taulukko 11 Ostorehujen määrät ja fosforikilot sekä fosforikilon hinta.

	kgka/v	Fosforia kg/v	€/tonni	ka%	€/tonni fosfori	Kg/v	€/v	P-kilo/€
AutoKrossi2	18972	106,24	230,55	87,5	0,3	21682,29	4998,851	47,05
AutoKrossi 3	54603	283,94	230,55	87,5	0,3	62403,43	14387,11	50,67
FarmRypsiMixer	76527	1117,29	263,77	85	0,3	90031,76	23747,68	21,25
ADE-hivenrae	653,7	0,01	1076,667	90	0,3	726,33	782,02	119629,6
Asetona Energy liuos	1329,6	1,73	1206,32	67	0,3	1984,48	2393,92	1384,98
Lypsykivennäinen	5213,4	0	440	98,5	0,3	5292,79	2328,83	0,00
Primo nappula	3193,75	0,20		87,5	0,3	3650,00	1277,50	18518,52
Primo asid	3368,00	23,58	2200	95	0,3	1930,37	7409,6	314,29

Yllä olevissa taulukoissa 10 ja 11 on jaoteltu vuodessa ostetut rehut sekä ilmoitettu niiden alviton hinta. Taulukoihin on laskettu hinta ravinne-kiloille. Niille rehuille, joita ei osteta niiden raakavalkuaisen tai fosforin vuoksi, vaan sisältävät sitä hieman, on hinta typpi- ja fosforikilolle laskettu maailman fosfori- ja ureamarkkinoiden hinnan perusteella. Ureasta lähes puolet on typpeä.

Auto-Krossi II on korkeatuottoisille lypsylehmille tarkoitettu täysrehu, joka sopii täydentämään hyvää normaaliaikaan korjattua säilörehua. Sen kerrotaan soveltuvan hyvin automaatti- ja robottiruokintaan. Mustialan navetassa lehmät saavat Auto-Krossi II -rehua robotilta appeen täydennysrehuksi. Auto-Krossi II sisältää on 12,9 MJ/kg ka muuntokelpoista energiaa ja sen raakavalkuaispitoisuus on 20,5 % kuiva-aineesta. (Suomenrehu n.d.)

Auto-Krossi III on korkeatuottoisille lypsylehmille suunnattu runsaasti energiaa sisältävä täysrehu, joka on suunnattu täydentämään myöhään korjattua säilörehua. Hyvin säilyvänä rakeena sen kerrotaan sopivan erinomaisesti automaatile ja robotille ainoaksi väkirehuksi. Auto-Krossi III sisältää 13,1 MJ/kg ka muuntokelpoista energiaa ja raakavalkuainen 21 % kuiva-aineesta. (Suomenrehu n.d.)

Valkuaisrehuna Mustialan navetalle ostettiin Farmarin Rypsi Mixeriä, joka on rypsi-/rypsirouhe. Se on tarkoitettu valkuaisrehuksi erityisesti seosruokintaan, sillä rouheisena se sekoittuu hyvin seosvaunussa lajittumisen sijaan. Farmarin Rypsi Mixerin energiapitoisuus on 11,3 MJ/kg ka ja raakavalkuainen 38,6 % kuiva-aineesta. (Suomenrehu n.d.)

Hivennäisainetäydennysrehuna Mustialan navetalla käytettiin pienirakeista ADE-Hiven Raetta, joka on tarkoitettu korkeatuottoisille eläimille, joiden ruokinnassa on niukasti teollisia rehuja. ADE-Hiven Rae sisältää orgaanisia hivenaineita, jotka imeytyvät tehokkaasti eläimen käyttöön. (Suomenrehu n.d.)

Nestemäinen energiatäydennysrehu Acetona Energy Liuos on Mustialan navetalla lypsyrobotin houkutusrehuna sekä suurempana annoksena tuke-massa veren sokeripitoisuutta poikimisen jälkeen. Sen tarkoituksena on ylläpitää lypsylehmän hyvää syöntiä, vähentää lehmän laihtumista lypsykau-den alussa ja tukea hyvää kiimakiertoa. Robotti annostelee liuoksen yksilökohtaisesti. Acetona Energy Liuoksessa on muuntokelpoista energiaa 16 MJ/kg ka. (Suomenrehu n.d.)

Seosrehuruokintaa täydennetään Mustialan navetassa Lypsykivennäisellä, joka on kivennäistäydennysrehu lypsylehmille seosrehuruokintaan. Lypsykivennäinen on kivennäis-, hivenaine- ja vitamiinitäydennys ympärivuoti-seen käyttöön korkeatuottoisille lypsylehmille. (Suomenrehu n.d.)

Vasikoille Mustialan navetassa on tarjolla syntymästä kahden kuukauden ikään vapaasti Primo Kasvatus I täysrehua, joka on tarkoitettu nuorille nautoilille säilörehun rinnalle. Primo Kasvatus I sisältää sulavia kuituja sekä hallitusti tärkkelystä. Rehussa on nuoren nautan tarvitsemat kivennäis- ja hiivenaineet ja se on tehty tukemaan pötsin ja suoliston toimintaa. Valkuaista ja energiaa rehussa on varattu vasikan kasvuun. Primo Kasvatus I sisältää 12,3 MJ/kg ka muuntokelpoista energiaa ja raakavalkuaista 19 % kuiva-aineesta. (Suomenrehu, n.d)

Mustialan navetassa vasikat siirretään maitojuotolta noin kahden viikon iässä kaupallista juomaa. Vasikat siirtyvät silloin juomaan kahden kuukauden ikään saakka heravalkuaispohjaista Primo Acid -juomarehua. Se on miedosti esihapotettu juomarehu, joka soveltuu vasikoille heti ternimaitojuottokauden jälkeen. Juoman energia- ja valkuaissuhde, hellävarainen raaka-aineiden prosessointi, hyvin sulavat raaka-aineet ja maitohappobakteerien yhdistelmä edistävät vasikan kasvua ja suolistoterveyttä. Primo Acid juomarehussa on raakavalkuaista 21,5 % ja raakarasvaa 17,5 %. (Suomenrehu, n.d)

8.2 Kuivitus

Mustialan navetassa kuivitukseen käytettiin vuoden jakson aikana 295 m³ turvetta, jonka kosteus oli 50 %. Yhdessä kuutiossa turvetta on 150 kuiva-ainekiloa. Tämä tarkoittaa vuosittaiseksi turpeen kulutusmääräksi navetalla 44 250 kuiva-ainekiloa. Turvekilon alviton hinta oli 15,27 euroa kuutiolta, jolloin turpeen kuivituksessa käytön vuosikustannus oli 4504,65 euroa. Turpeessa vesiliukoisien typen määrä oli 150 mg/kg ka, mikä tarkoittaa vuosittaisessa turpeen kulutuksessa seitsemää kiloa liukoista typpeä. Kokonaistyyppimäärää ei ollut saatavilla. Kokonaisfosforipitoisuus turpeessa oli 350 mg/kg ka, mikä tarkoittaa vuosittaisessa turpeen kulutuksessa 15 kiloa (Vapo, 2017).

Turpeen lisäksi navetalla käytettiin vuoden aikana 67 kpl omilta pelloilta paalattuja olkipyöröpaaleja. Paalia kohden kuiva-ainetta oli 200 kiloa, mikä tarkoittaa yhteensä 13 400 kuiva-ainekiloa. Paaleina oli vehnä-, kaura- ja ohraolkipaaleja. Vehnänolkipaaleja käytettiin 29 kappaletta. Pitoisuudeltaan vehnänolkipaaleissa oli typpeä 48 g/kg ka ja fosforia 10 g/kg ka. Kaura- ja ohraolkipaaleja käytettiin molempia 19 kappaletta. Niissä tyyppipitoisuus oli 64 g/kg ka ja fosforipitoisuus 10 g/kg ka. Laskelmissa käytetyt olkipaalien typpi- ja fosforipitoisuudet ovat Luken (2017) taulukkoarvoja, sillä niitä ei ole erikseen analysoitu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla.

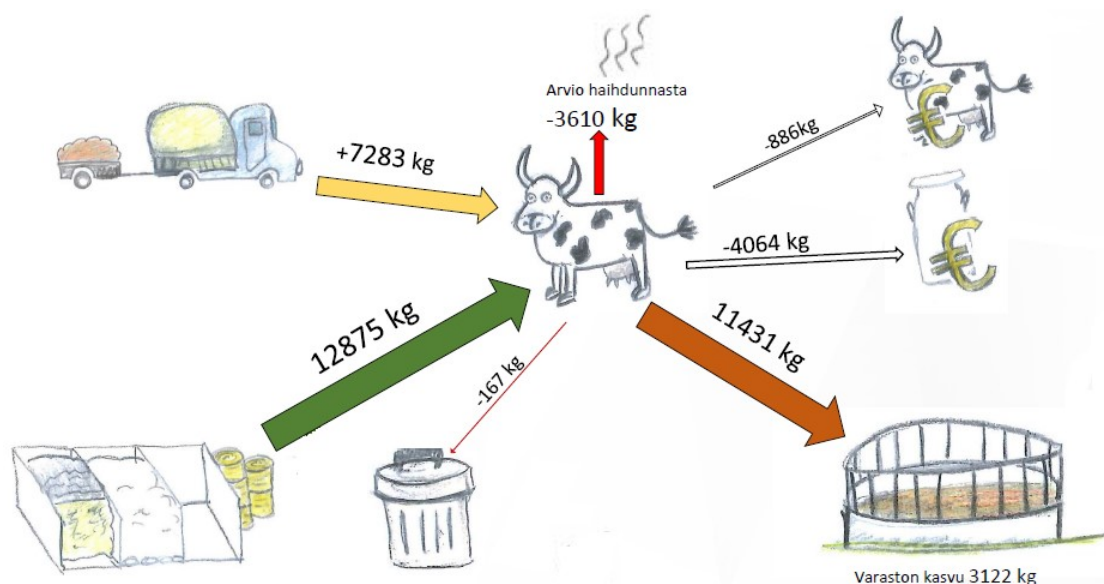
8.3 Lanta

Mustialan navetan lietelanta varastoidaan kahteen yhteensä noin 4000 m³ lietesäiliöön, jotka riittävät kattamaan vuosittaisen lantamäärän. Lietesäiliöitä ei ole katettu. Navetan vasikkalassa ja poikimakarsinoissa on kesto-kuivikepohja. Muualla navetassa Lely Discovery -lannanpuhdistusrobotti työntää sonnan ritiläpalkkilattian läpi lantakuiluun. Lannanpoistoratkaisuna navetassa on slalom, jossa lietekuulut ovat samassa tasossa. Slalomissa lantaa kierrätetään pumppaamalla kerran päivässä. Kerran viikossa slalomista pumpataan lantaa kokoojaan, josta se pumpataan lietesäiliöihin. Navetan vieressä on kaksi kattamatonta lietesäiliötä, joiden yhteistilavuus on noin 4000 m³. Lietelannasta separoidaan vuositason puolet. Separoinnin nestejäte varastoidaan toiseen lietesäiliöön separoinnin yhteydessä ja kuivajäte kuivalantalaan, mikäli niitä ei separointihetkellä ole mahdollista levittää pelloille. Separoinnin avulla voidaan lannan fosforia ja typpeä jakaa tarkemmin peltokohtaisesti.

Tarkastelujaksolla Mustialan navetan lantamäärä, jota lähdetään levittämään pellolle noin 1800 m³ lietelantaa, 1900 m³ separoitua nestejätettä ja noin 175 m³ kuivalantaa sekä separoitua kuivajätettä. Lantojen pitoisuudet ja tarkemmat analyysit ovat liitteissä 27-29. Lannan ravinteiden määrä on merkittävä osa viljelyssä käytettäviä ravinteita ja karjatalouden ravinnepäästöjä lannan käsittelyn eri vaiheissa, joten niiden käyttöön ja päästöihin tulisi kiinnittää huomiota. Lanta-analyysien ravinnemäärien lisäksi on laskettu ennen analyysin ottamista ja lannan levitystä tapahtunut haihdunta arviona.

9. TYPEN KIERTO MUSTIALAN NAVETASSA

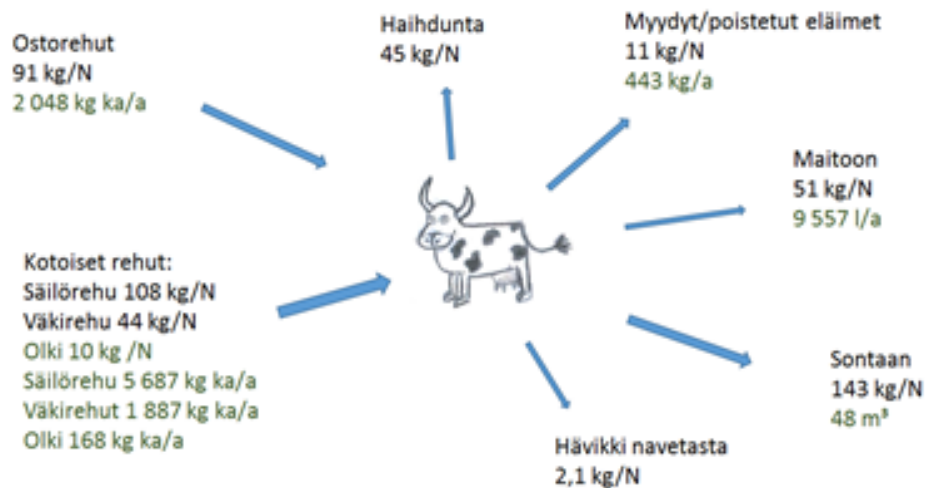
Vuosittain Mustialan opetus- ja tutkimusnavettaan ostetaan 7276 kg typpeä ruokintaan, ja 7 kiloa turvekuivikkeena. Navetalla syötettävien ostorehujen määrä on 157 299 kg ka vuodessa. Ostorehut muodostuvat täydennysrehuista, joita käytetään navetalla valkuais-, energia, kivennäis- ja hivenaineiden saantiin. Ostorehuissa navettaan ostetaan 7276 kiloa typpeä. Ostorehut muodostuvat täydennysrehuista, joita käytetään navetalla valkuais-, energia, kivennäis- ja hivenaineiden saantiin. Kotoisista rehuista ja kuivikkeesta navettaan tulee 12875 kiloa typpeä. Kuivikkeen osuus kotoisen typen määrästä on 764,8 kiloa.



Kuva 13 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan vuoden tarkastelujakson typen kierto kiloina.

Mustialan navetassa tuotettiin tarkkailujaksolla meijerimaitoa 750 224 litraa. Tinkimaitoa navetalta on myyty 3847 litraa ja ternimaitoa 554 litraa. Vuodessa vasikoille on mennyt 9900 litraa maitoa. Myytyjen maitojen mukana navetasta poistuu typpeä meijeriin 4043 kg. Tinkimaidon mukana navetalta poistuu 21 kg typpeä. Ternimaidon mukana poistunut typpi on laskettu mukaan myytyihin maitolitroihiin. Mustialan navetalla vasikoille juotetaan kymmenen ensimmäisen päivän ajan raakamaitoa, jota kuluu vasikkaa kohden keskimäärin yhdeksän kiloa päivässä. Navetalle syntyi tarkkailulla vuoden ajanjaksolla 110 vasikkaa, joten maitoa kului 9900 litraa. Tämä tekee typpikiloina 54 kiloa. Vasikoille maidossa juotettu typpi jää navetan sisäiseen typpikiertoon.

Kuvassa 13 lehmän yläpuolella oleva typen haihdunta luku (-3610) on laskettu kokonaishaihduntana eli, kuinka paljon typpeä haihtuu navetassa ja varastoinnissa ennen kuin se levitetään peltoon. Haihtumisarvio perustuu Kotieläintalouden ympäristösuojeluohjeen eläinsuojien ammoniakkipäästökertoimeen, jonka mukaan yksi lypsylehmä tuottaa 33,9 kg, hieho 12,7 kg ja alle vuoden ikäinen vasikka 12,7 kg ammoniakkaa vuodessa (Ympäristöministeriö, 2010). Lannan mukana Mustialan navetasta poistui 11 431 kg typpeä. Lantalaan navetasta päätyi 11431 kiloa typpeä. Kuvassa näkyvä varaston kasvu 3122 kg typpeä on edelliseltä vuodelta jäänyttä lietelantaa.

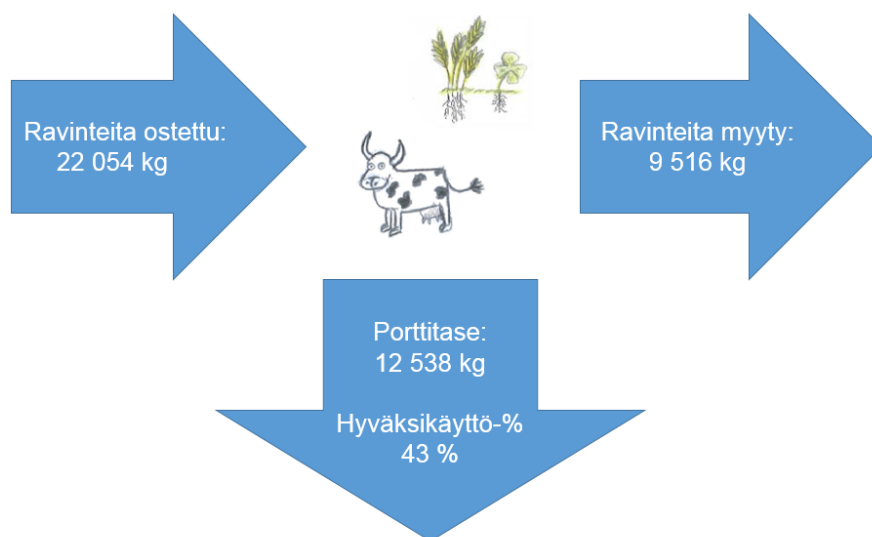


Kuva 14 Vuoden tarkastelujaksolla yhden lypsylehmän typen ja kuiva-ai-
neen kulutus, tuotettu maitomäärä, sonta (sisältää virtsan), typen haih-
dunta sekä lypsylehmää kohden poistettujen eläinten lihakilot. Tuotettua
maitolitraa kohden kului noin 1 kg ka rehua ja 0,026 kg typpeä. Kulutuk-
sessa on laskettu mukaan uudistuseläinten kasvatus.

Vuoden aikana Mustialan navetasta myytiin 50 aikuista lehmää/hiehoa ja 54 vasikkaa. Lehmistä ja hiehoista osa päätyi jonkin sairauden tai vaivan vuoksi teuraaksi ja osa myytiin eloon toiselle tilalle. Myydyt vasikat olivat sonnivasikoita, jotka myydään ternivasikoina välitykseen. Yhdessä elopai-
nokilossa on 0,025 kg typpeä. Ternivasikoiden keskipainoksi on merkitty 60 kg ja lehmien 644 kg. Tilalta on näin ollen lähtenyt eläinten mukana 886 kg typpeä. Lähteenä eläinten tyyppipitoisuuteen on käytetty Helsingin yliopis-
ton Tilan ravinnekiertoja ja eriravinnetaseita -julkaisua. Ternivasikoiden, myytyjen eläimien, sekä teuraseläinten mukana poistui 886 kiloa typpeä. Kuvassa 14 on havainnollistettu tyyppikierron lukemat yhtä lypsylehmää kohden laskien mukaan karjan uudistus. Kuvan 13 lukuja voi verrata vas-
taavankokoisilla ja -tyyppisillä tiloilla, kun taas kuvan 14 lypsylehmäkohtai-
nen lukema on verrannollinen tiloille, jotka tuottavat uudistuseläimensä itse.

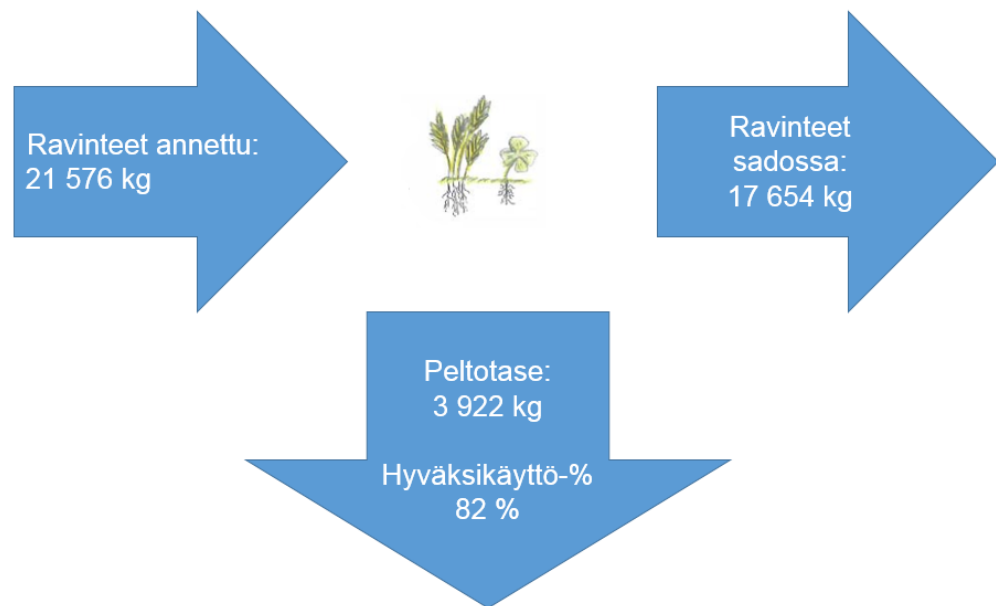
9.1 Typen portti- ja peltotase

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan koko tilan porttitasetta ja hyväksikäyttöprosenttia tarkastellessa (kuva 15) huomaa selkeästi, ettei tavoiteltavaan karjatilän porttitaselaskelman tulokseen päästä. Tavoitteena olisi siis vähintään 50 % hyväksikäyttöprosentti. Porttitaseen mukaan ravinteita myydään liian vähän suhteessa ostettuihin ravinteisiin, sillä porttitasetta tarkastellessa tarkastellaan tilalle ostettuja, siellä hävinneitä ja poistuneita typpikiloja. Tästä voidaankin päätellä, että Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla olevan ravinneylijäämää, jota tulee vähentää. Toisin sanoen tilalle ostetaan turhaan kalliita ravinnekiloja, joita ei kuitenkaan saada hyväksikäytettyä peltoviljelyssä ja maidontuotannossa.



Kuva 15 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan kokotilan porttitase ja typen hyväksikäyttöprosentti.

Porttitaselaskelman rinnalle laskettiin peltotaselaskelmat, jotta voitiin tarkastella tarkemmin peltoviljelyn ravinnehyväksikäytön suhdetta koko tilän ravinteiden hyväksikäyttöön. Peltotaselaskelman (kuva 16) avulla voidaan tarkastella käytettyjen ja sadossa saatujen ravinteiden määrää. Peltotaselaskelmassa tavoitellaan 100 % hyväksikäyttöprosenttia, sillä optimaalisessa tilanteessa kaikista peltoon levitetyistä ravinnekiloista saataisiin niitä vastaava sato. Peltotaselaskelman jäädessä alle sadan on tilalla mahdollisuus parantaa ravinteiden hyväksikäyttöä tarkentamalla lannoitusta ja perehtymällä muihin ravinnehävikin syihin.

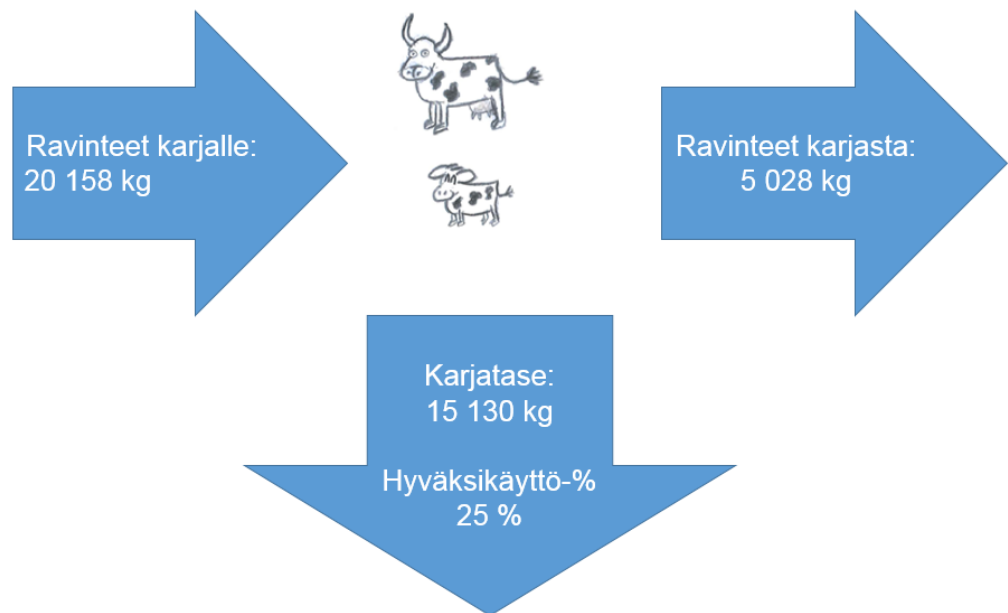


Kuva 16 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen peltotaselaskelma ja typen hyväksikäyttöprosentti peltoviljelyssä.

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan peltotaselaskelmaa ja tilan tietoja tarkkaillaessa nostaisin suurimmiksi ravinnehävikin kohteiksi karjanlannasta levityksen ja varastoinnin mukana tapahtuvan typpihävikin. Joidenkin peltolohkojen huono kunto ja vesitalous ovat satopotentiaalin tiellä. Tällöin ravinteita haihtuu sekä valuu hukkaan.

9.2 Typen karja- ja lantatase

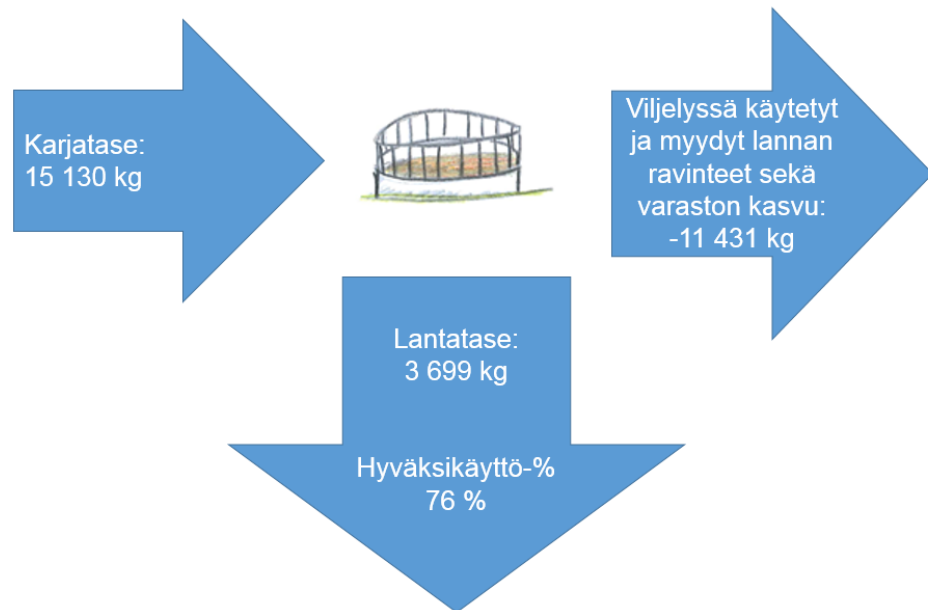
Toinen porttitaselaskelman rinnalle nostettu tärkeä taselaskelma on tilan karjataselaskelma (kuva 17), jolla voidaan tarkastella tilan maidontuotannon ravinnetasetta sekä hyväksikäyttöprosenttia. Karjataselaskelmassa on laskettu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan ostorehujen ja omien rehujen typpipitoisuudet yhteen ja vähennetty niistä vuoden aikana meijerille ja tinkimaitona myydyt maitolitrat, niiden realistisilla pitoisuuksilla. Lisäksi myytyihin ravinteisiin on laskettu teuraaksi myydyt lypsylehmät, väli-tykseen lähteneet ternivasikat sekä tilojen välisen kaupan ja sairauden takia poistetut eläimet. Keskimääräinen maitotilojen karjatasesta saatu hyväksikäyttöprosentti on 20-25%. Mustialan navetassa päästään tällä hetkellä keskimääräiseen ravinteiden hyväksikäyttöprosenttiin, mutta tilalla olisi mahdollisuus vähentää ruokinnassa ja säilönnässä tapahtuvaa rehun hävikkiä.



Kuva 17 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen karjataselaskelma ja hyväksikäyttöprosentti.

Karjatilalla lannan ravinteiden hyväksikäytön tarkasteluun on lantataselaskelma, kuva 18, jolla voidaan selvittää, kuinka tehokkaasti lannan ravinteet saadaan hyväksikäytettyä. Lannan hyväksikäyttöprosenttia laskiessa lasketaan ensin karjataselaskelma, jotta päästään kiinni navetan kokonaisravinnemäärään sekä tuotteiden mukana poistuneeseen ravinnemäärään. Tästä voidaan vähentää pellolle levitetty lanta sekä myyty lanta ja huomioida mahdollinen varaston kasvu. Hyväksikäyttöprosenttia laskiessa tulee huomioida lannan käsittelyssä ja varastoinnissa huuhtoutuneet ja haihtuneet ravinteet. Hyväksi lannan hyväksikäyttöprosentiksi annetaan 70-80 %.

Lantataseeksi saadaan Mustialassa 3 699 kg/N, kun kokonaislannan ravinteista on vähennetty käyttö, varaston lisäys ja myynti. Varastoinnin ja käsittelyn aikana huuhtoutuneet ja haihtuneet ravinteet on näissä laskelmissa huomioitu poistuvaksi navetan puolella. Mustialan lantataseen hyväksikäyttöprosentin tuloksen ollessa 76 % voidaan tulokseen olla tyytyväisiä, mutta parantamisen varaa on kuitenkin. Lannan ravinteiden hyväksikäyttöön viljelyssä vaikuttaa tilalla suoritettava lannan separointi, joka tehdään noin puolelle vuosittaisesta lantamäärästä.



Kuva 18 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen lantataselaskelma ja lannan hyväksikäyttöprosentti.

9.3 Typen primääriravinnetase

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen kierrätysravinteita ovat navetasta tuleva pellolle käytettävä lanta ja pelloilta navettaan käytettävä sato sekä kuivikkeena käytettävä olki. Kierrätysravinteiden käyttö määrää tarkastellessa haluttiin tarkastella Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen ravinteiden lähteitä ja kotoisten ravinteiden hyödyntämistä.

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan typen primääriravinnetase osoittaa tilan primääriravinnekiertojen olevan hyvällä mallilla, mutta myös parannettavaa on.

Primääriravinnetase (N) Mustiala

$$\text{Kierrätysravinneroin (k)} = (p+m)/p$$

p = primääriravinne
m = muut ravinteet

$$K = ((12\,875 + 6\,805) + (7\,283 + 14\,771)) / 24\,306 = 1.717$$

$$\text{Ravinteiden hyödyntämistase (u)} = y/(p+m)$$

y = sadon/tuotoksen ravinnemäärä

$$U = (5\,639 + 12\,015 + 886 + 4064) / 41\,734 = 0.54$$

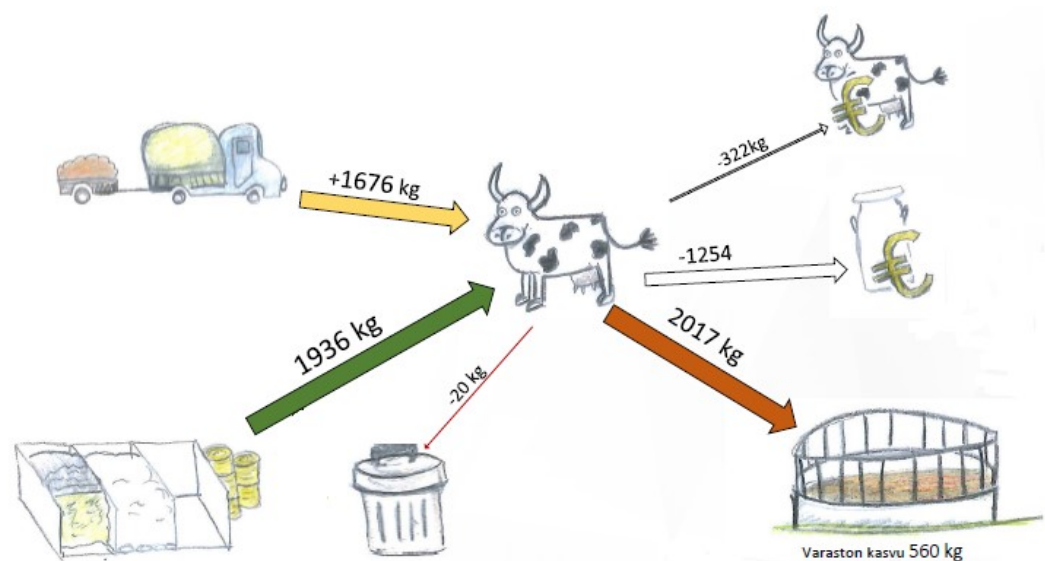
$$\text{Primääriravinnetase (P)} = y/p \text{ tai } P = k * u$$

$$P = 22\,604 / 24\,306 = 0.92$$

Yllä olevassa laskelmassa on poimittu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla kiertävät ravinteet sekä eroteltu ne laskennassa niiden alkuperän mukaan. Mustialassa onnistutaan hyödyntämään kierrätysravinteita hyvin tilan saadessa typen primääriravinnetaseeksi 1,4. Tavoitearvo lukemalle on 1, jolloin kotoiset ravinteet onnistutaan hyödyntämään tilalla. Primääriravinnetaseen arvo heikkenisi, jos laskentaa tehtäisiin vain navetan tai peltoviljelyn osalta, sillä silloin taselaskelman tulos huonontuisi. Taselaskelma ei myöskään huomioi pellosta vapautuvia eikä ilmakehästä sitoutuvia ravinteita eikä haihduntaa.

10.FOSFORIN KIERTO MUSTIALAN NAVETASSA

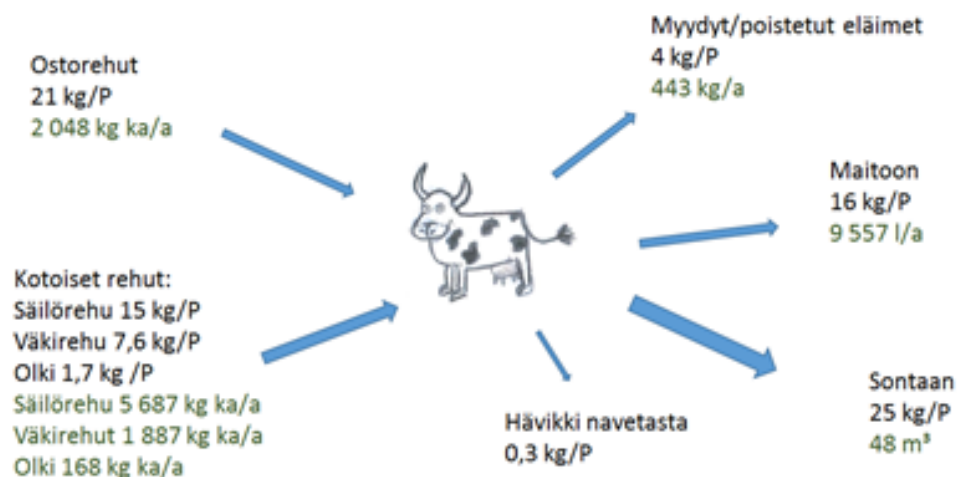
Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan navetassa syötetään vuosittain 157 299 kg ka ostorehuja. Ostorehut muodostuvat täydennysrehuista, joita käytetään navetalla valkuais-, energia, kivennäis- ja hivenaineiden saantiin. Ostorehuissa navettaan ostetaan 1676 kiloa fosforia. Vuoden aikana Mustialan navetasta myytiin 50 aikuista lehmää/hiehoa ja 54 vasikkaa. Lehmistä ja hiehoista osa päätyi jonkin sairauden tai vaivan vuoksi teuraaksi ja osa myytiin eloon. Myydyt vasikat olivat sonnivasikoita, jotka myydään ternivasikoina välitykseen. Yhdessä elopainokilossa on 9 g fosforia. Ternivasikoiden keskipainoksi on merkitty 60 kg ja lehmien 644 kg. Tilalta on näin ollen lähtenyt eläinten mukana 322 kg fosforia. Lähteenä eläinten fosforipitoisuuteen on käytetty Helsingin yliopiston Tilan ravinnekiertoja ja eriravinnetaseita -julkaisua. Ternimaidon ja tinkimaidon fosforipitoisuus on noin 1,6 g/l. Näin ollen navetalta poistuu tinki- ja ternimaidon mukana vuosittain 7,5 kiloa fosforia.



Kuva 19 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan navetan fosforin kierto vuoden tarkastelujaksolla.

Ruokinnassa ja varastoinnissa tapahtuvaksi fosforin hävikiksi on arvioitu noin 20 kg vuodessa. Selvityksen tulokset on esitetty alla olevassa kuvassa 19. Kuvassa 20 on havainnollistettu fosforikiertoa yhtä lypsylehmää kohden laskien mukaan karjan uudistus. Kuvan 19 lukuja voi verrata vastaavankokoisilla ja -tyyppisillä tiloilla, kun taas kuvan 20 lypsylehmäkohtainen lukema on verrannollinen tiloille, jotka tuottavat uudistuseläimensä itse.

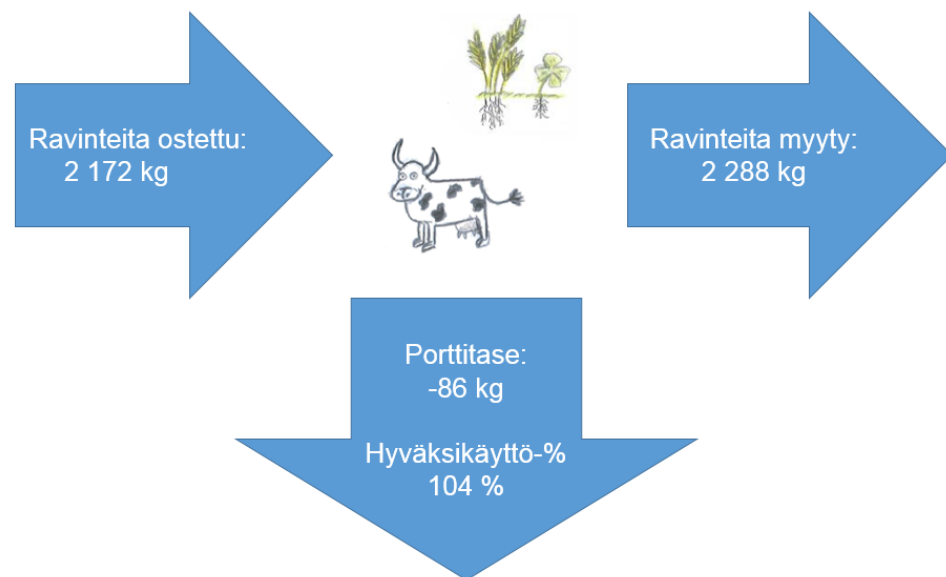
Vuodessa Mustialan navetasta kertyy 3876 kuutiota lantaa. Osa lannasta separoidaan ja osa myydään ja osa sijoitetaan omiin peltoihin lietelantana. Vuoden kertymänä käsittelemätöntä lietelantaa on 1800 kuutiota, jonka kokonaisfosforipitoisuus on 1350 kiloa. Separoinnin jälkeen nestejaetta on 1900 kuutiota, jossa fosforia on 399 kiloa. Separoinnin kuivajaetta ja kestokuiviketta kertyy vuosittain 175 kuutiota, joka puolestaan sisältää 142 kiloa fosforia. Vuodessa Mustialan navetasta poistuu näin ollen 1891 kiloa fosforia lannan mukana. Lantaan päätyvään fosforiin voidaan vaikuttaa ruokinnan fosforia tarkentamalla.



Kuva 20 Vuoden tarkastelujaksolla yhden lypsylehmän fosforin ja kuiva-aineen kulutus, tuotettu maitomäärä, sonta (sisältää virtsan) sekä lehmää kohden poistettujen eläinten lihakilot. Tuotettua maitolitraa kohden kului noin 1 kg ka rehua ja 0,004 kg fosforia. Kulutuksessa lasketaan mukaan uudistuseläinten kasvatus.

10.1 Fosforin portti- pelto- ja karjatase

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan koko tilan porttitasetta ja hyväksikäyttöprosenttia (kuva 21) tarkastellessa huomaa tilan myyvän enemmän fosforia kuin ostavan. Koko tilan porttitasetta laskettaessa lasketaan yhteen tilalle lannoitteiden ja osto rehun mukana tulleet fosforikilot, joista sitten vähennetään maidon, eläimien, myydyn sadon ja lannan mukana poistuneet fosforikilot. Syitä fosforin korkeaan hyväksikäyttöprosenttiin ja taseeseen on selvitetty peltotaselaskelman ja karjataselaskelman avulla.

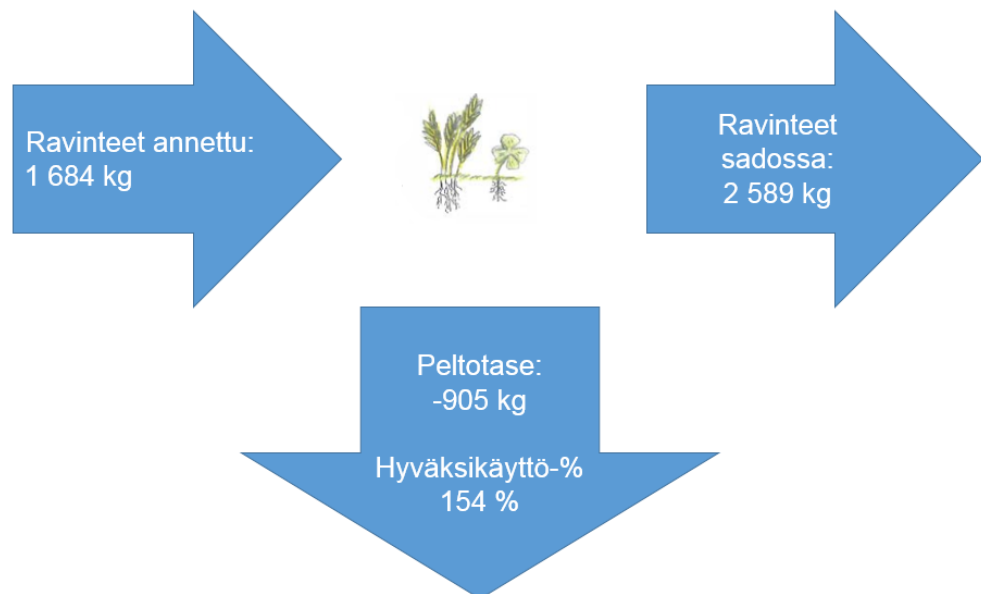


Kuva 21 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan kokotilan fosforin porttitase ja fosforin hyväksikäyttöprosentit.

Fosforin porttitaseen ollessa miinuksella ja hyväksikäytön yli sata prosenttia, näyttää koko tilan porttitase hyvältä. Porttitaseen korkeaan lukemaan vaikuttaa kuitenkin peltojen korkea fosforipitoisuus, josta sitoutuu satoon paljon vapaana olevaa fosforia. Peltojen luovuttama fosfori kompensoi paljon karjataselaskelmassa ilmenevää heikkoa fosforin hyväksikäyttöä.

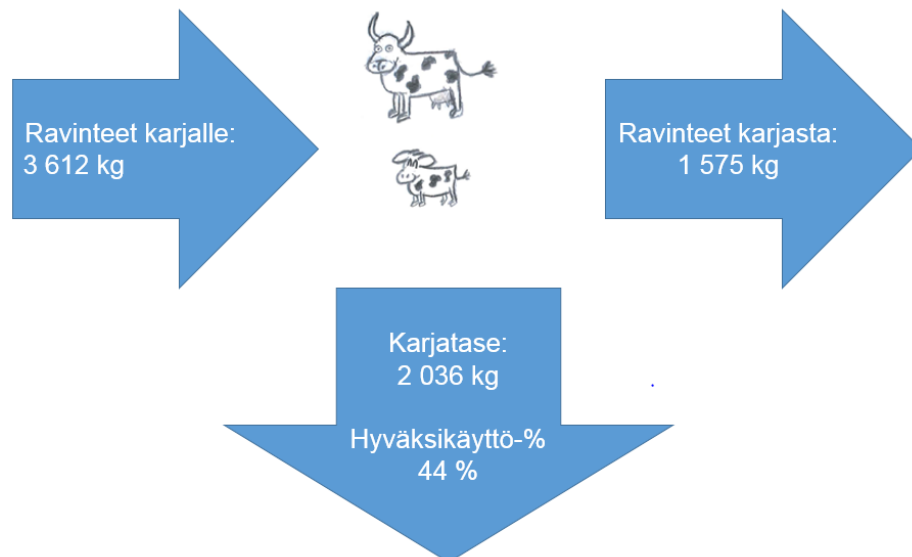
Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan peltotaselaskelmaa ja fosforin hyväksikäyttöä viljelyssä (kuva 22) tarkastellessa huomaa porttitaseen (kuva 10) korkean fosforin hyväksikäyttöprosentin johtuvan peltojen korkeasta fosforipitoisuudesta. Peltotaselaskelmassa on laskettu yhteen lannoitteiden mukana ostetut fosforikilot ja navetan lannan mukana tulleet fosforikilot. Sadossa on kuitenkin poistunut enemmän fosforikiloja kuin lannoitteiden ja lannan mukana peltoon on levitetty. Tämän vuoksi pellon ravinetase on fosforin osalta miinuksella ja hyväksikäyttöprosentti yli 100. Ylimääräinen satoon tullut fosfori on tullut maaperästä, joka on Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan pelloilla hyvin fosforipitoista. Peltokirjanpitoa tarkastellessa huomaa peltojen fosforiluokkien olevan tyydyttäviä, hyviä

tai korkeita, jolloin maaperässä on fosforin luovuttamiselle hyvin kapasiteettia. Pidemmällä aikavälillä maaperän fosforin käyttäminen satoon saattaa kuitenkin köyhdyttää maaperää ja alkaa rajoittaa satoa.



Kuva 22 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan fosforin peltolaskelma ja fosforin hyväksikäyttöprosentti.

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan karjataselaskelma (kuva 23) kuvaa rehuissa ja kuivikkeissa karjaan menneen fosforin määrää, joista myydyn maidon ja eläinten fosforipitoisuuden vähentämällä on päästy fosforin karjataseseen, joka on 2036 kg. Tämän fosforin voidaan tulkita siirtyneen lantaan. Karjataselaskelmassa fosforin hyväksikäyttöprosentiksi on saatu 44 %. Tätä lukemaa voidaan pitää erittäin hyvänä. Karjatasen tulos on kuitenkin kyseenalaistettava, sillä kotoisista rehuista ei tutkita niiden kivennäispitoisuuksia vaan teetetään ainoastaan perusanalyysi. Tällä tavalla menetellessä ei kotoisten rehujen todellinen fosforipitoisuus ole aina selvillä ruokintaa suunniteltaessa.



Kuva 23 Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan navetan fosforin karjatase-laskelma ja hyväksikäyttöprosentti.

10.2 Fosforin primääriravinnetase

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan fosforin kierrätysravinteita ovat navetasta tuleva pellolle käytettävä lanta ja pelloilta navettaan käytettävä sato sekä kuivikkeena käytettävä olki. Kierrätysravinteiden käyttö määrää tarkastellessa halutaan tarkastella Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan fosforin ravinteiden lähteitä ja kotoisten ravinteiden hyödyntämistä.

Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan fosforin primääriravinnetase osoittaa tilan primääriravinnekiertojen olevan hyvällä mallilla, mutta myös parannettavaa on.

Primääriravinnetase (P) Mustiala

$$\text{Kierrätysravinnekerroin (k)} = (p+m)/p$$

p = primääriravinne

m = muut ravinteet

$$K = ((1936 + 1188) + (1676 + 496)) / 3124 = 1.7$$

$$\text{Ravinteiden hyödyntämistase (u)} = y/(p+m)$$

y = sadon/tuotoksen ravinnemäärä

$$U = 4165 / 5296 = 0.78$$

$$\text{Primääriravinnetase (P)} = y/p \text{ tai } P = k * u$$

$$P = 4165 / 3124 = 1,3$$

Yllä olevaan laskelmaan on poimittu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla kiertävät fosforiravinteet sekä eroteltu ne laskennassa niiden alkuperän mukaan. Mustialassa onnistutaan hyödyntämään primääriravinteita hyvin tilan saadessa fosforin primääriravinnetaseeksi 1,97. Tavoitearvo luskemalle on 1, jolloin kotoiset ravinteet onnistutaan hyödyntämään tilalla.

11.RAVINTEIDEN HYVÄSIKÄYTTÖ MAIDONTUOTANNOSSA

Kuukausittaisten ruokinnanseurannan päivälaskelmien perusteella pystytään havainnoimaan Mustialan tutkimus- ja opetumaatilan ruokinnan ravinteiden hyväksikäyttöä maidontuotannossa (taulukot 12- 23). Kuukausittain viidessä mitattavassa kohdassa; maidon urea, typpiylilijäämä maitolitraa kohden, typen hyväksikäyttöprosentti, fosforiylilijäämä maitolitraa kohden ja fosforin hyväksikäyttöprosentti esiintyy Mustialan navetalla selkeää vaihtelua. Vaihtelun selittää suurimmaksi osaksi rehujen vaihtelu, johon Mustialassa vaikuttaa kotoisten rehujen riittävyys ja ostorehujen käytön tarve paikkaamassa kotoisten rehujen ravinnepitoisuuksia. Ravinteiden hyväksikäyttöä pystyttäisiin tehostamaan panostamalla tasalaatuisempaan säilörehuun ja korkeampaan kotoisten valkuaisrehujen määrään.

Maidon ureassa tapahtuu Mustialan navetalla todella suurta vaihtelua kuukausitasolla. Maidon ureapitoisuuden vaihtelu näkyy herkästi maitotuotoksessa ja lehmien terveydessä, jolloin se aiheuttaa herkästi ongelmia karjan kestävyydelle ja tuotokselle. Maidon urean ollessa 25 on lehmän ruokinta optimaalisella tasolla tyydyttämään lehmän ruokinnan. Ureapitoisuuden noustessa 25-35 mg/dl nousee maitotuotos jonkin verran. Tällä välillä pitää kuitenkin jo tarkastella vastaako maitotuotos rehukustannusta. Ureapitoisuuden noustessa yli 25 lisääntyy myös ruokinnan ravinnehävikki, sillä lehmä ei pysty enää käyttämään kaikkea saamaansa lisävalkuaisista hyväkseen. Mikäli halutaan panostaa ravinteiden hyväksikäyttöön, tulee pyrkiä pitämään maidon ureapitoisuus 25 mg/100 ml. Tällä tasolla voidaan tuottaa maitoa ympäristöystävällisemmin.

Taulukko 12 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa toukokuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		35	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		13,7	
Typen hyväksikäyttö, %		27	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,3	
Fosforin hyväksikäyttö, %		29	

Taulukko 13 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa kesäkuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		16	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		13,1	
Typen hyväksikäyttö, %		28	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,1	
Fosforin hyväksikäyttö, %		31	

Taulukko 14 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa heinäkuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		28	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		12,6	
Typen hyväksikäyttö, %		29	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,6	
Fosforin hyväksikäyttö, %		26	

Taulukko 15 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa elokuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		27	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		11,9	
Typen hyväksikäyttö, %		30	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,5	
Fosforin hyväksikäyttö, %		27	

Taulukko 16 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa syyskuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		26	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		13,3	
Typen hyväksikäyttö, %		29	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,2	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 17 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa lokakuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		23	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		12,5	
Typen hyväksikäyttö, %		31	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,2	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 18 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa marraskuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		28	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		13,5	
Typen hyväksikäyttö, %		29	
Fosforylijäämä, g/maitolitra		2,2	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 19 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa joulukuussa 2016. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		30	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		14,6	
Typen hyväksikäyttö, %		28	
Fosforylijäämä, g/maitolitra		2,1	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 20 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa tammikuussa 2017. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		33	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		14,8	
Typen hyväksikäyttö, %		28	
Fosforylijäämä, g/maitolitra		2,4	
Fosforin hyväksikäyttö, %		28	

Taulukko 21 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa helmikuussa 2017. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		29	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		13,1	
Typen hyväksikäyttö, %		30	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,1	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 22 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa maaliskuussa 2017. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		35	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		12,2	
Typen hyväksikäyttö, %		31	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		2,2	
Fosforin hyväksikäyttö, %		30	

Taulukko 23 Ravinteiden hyväksikäyttö maidontuotannossa Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa huhtikuussa 2017. (Karjakompassi, 2017)

	Lypsävät lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Maidon urea, mg/100 ml		26	
Typpiylijäämä, g/maitolitra		12,0	
Typen hyväksikäyttö, %		31	
Fosforiylijäämä, g/maitolitra		1,8	
Fosforin hyväksikäyttö, %		34	

Toteutuneissa ruokinnan päivälaskelmassa (liitteet 3-26) on raakavalkuaisen osuus dieetistä ollut kesimäärin 166 g/kg ka, joka ylittää reilusti pötsimikrobien tarpeen (130-140 g/kg ka). Pötsimikrobien tarpeen ylittävä osa raakavalkuaisesta on päätynyt lantaan ja virtsaan. Lisätypestä maitovalkuaiseen päätyy vain 20-25 % ja näin korkeilla arvoilla mennessä vain 5-10 %, mikä näkyy kuukausittaisissa typpiylijäämissä ja heikossa hyväksikäytössä 28 % koko tarkastelujakson keskiarvolla. Vuoden maitotuotto – rehukustannus on tarkastelujaksolla ollut vain 5,38 € lehmää kohden päivässä. Tuota lukemaa katsoessa huomaa, ettei ruokintaa kannata täydentää kalliilla ostovalkuaisella, vaan ruokinnan tulisi perustua hyvälaatuiseen säiörehuun ja kotoisiin valkuaisiin, mikäli tuotannon haluaa kannattavaksi. Vuoden typpiylijäämä maitolitraa kohden on ollut keskimäärin 14,3 g maitolitraa kohden. Vuosittaisen maitomäärän ollessa 750 224 litraa meijerimaitoa muodotuu typpiylijäämää vuosittain tällä toiminnalla 10 728 kg pelkän maidontuotannon vuoksi. Tästä kaikki ei päädy lantaan vaan osa haihtuu ammoniakkinä, jonka muodostumista liiallinen valkuaisruokinta lisää.

Ruokinnan keskimääräinen fosforipitoisuus oli tarkastelujaksolla 4,57 g/kg ka, kun valtakunnallinen fosforisuositus on 3,5 g/kg ka. Ruokinnassa jaetaan siis jokaisen kuiva-ainekilon mukana yksi ylimääräinen fosforigramma lypsylehmille. Tarkastelujakson keskimääräisenä arvona navetan 80 lypsylehmää söivät joka päivä keskimäärin 20 kg ka, mikä tarkoittaa vuositason 584 ylimääräistä fosforikiloa lypsylehmien ruokinnassa. Ylimääräistä saamaansa fosforia lehmä ei pysty käyttämään hyväkseen vaan se päätyy suoraan lantaan. Fosforin hyväksikäyttö tarkastelujaksolla oli vain 28 %, jossa ylämainitut seikat näkyvät selkeästi. Sekä typen että fosforin osalta tulisi Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla pyrkiä maidontuotannon osalta 35 % tämän hetkiseen tavoitearvoon ravinteiden hyväksikäyttöprosentteissa.

12.YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Maidon- ja naudanlihantuotannon ympäristövaikutuksien ollessa merkittävillä tekijöillä niin ravinnepäästöjen, ilmastonmuutoksen kuin ympäristön rehevöitymisenkin kannalta, tulisi jokaisen nautakarjatilan kiinnittää asiaan huomiota. Suomen viljelymaasta noin puolet sopii vain nurmentuotantoon, jonka hyväksikäyttäjänä nauta on ylivoimainen. Tämän vuoksi naudalla on paikka tulevaisuuden maataloudessa, joka vaatii nurmea sitomaan hiiltä ja nautaa muuttamaan nurmi ihmisravinnoksi. Monilla yksinkertaisilla tilatason toimilla on mahdollista vähentää maidontuotannon aiheuttamaa ympäristökuormaa ja tehdä naudasta tulevaisuuden arvostettu ympäristötekijä. Tämä kuitenkin vaatii tilatasolla tarkkaa mittausta, omien ja tilan arvojen pohdintaa sekä ravinteiden hyväksikäytön ottamista joka-päiväiseen tilan toiminnan suunnitteluun.

Työssä esitettyjen typen ja fosforin kierron laskentaesimerkit ovat jokseenkin yhtäläiset ravinteiden kierron prosentuaalisista määristä, vaikka tutkimuksesta ja lähteestä riippuen tarkastelumateriaali, -vuosi ja tarkastelukanta saattavat hiukan poiketa toisistaan. Mallit antavat kuitenkin ymmärtää, että sekä fosforin että typen osalta tulisi lypsylehmän ruokinnassa tavoitella 35 % hyväksikäyttöä. Alhaisemmilla tasoilla ravinteita katoaa josain kohtaa tuotantoketjua ja niitä korjataan kalliilla ostopanoksilla. Ostopanoksille tulisi aina saada niin suuri tuotosvaste, että se korvaa sekä hukkaantuneen ravinteen että itsensä eli tuplamääräinen vaste, mikä ei käytännössä ole mahdollista. Hukattu ravinnekilo päättyy ympäristöön ja ilmakehään edistäen ympäristön rehevöitymistä ja ilmaston lämpenemistä. Vuoden tarkastelujaksolla yhden lypsylehmän typpi-, fosfori- ja kuiva-ainekilojen kulutus, tuotettu maitomäärä, sonta sekä lehmää kohden poistettujen eläinten lihakilot vastasivat Mustialan opetus- ja tutkimusnavetalla melko hyvin valtakunnallista keskiarvoa. Tämä oli jokseenkin odotettavissa, sillä tila toimii hyvin tavanomaisin maidontuotannon menetelmin.

HAMK Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa lypsylehmäkohtainen vuosituotos oli 9557 litraa maitoa, jonka mukana poistui 51 kg typpeä ja 16 kg fosforia. Kotoisten rehujen ja kuivikkeiden mukana navettaan meni lypsylehmää kohden 162 kg typpeä ja 24,3 kg fosforia. Ostorehujen ja -kuivikkeen mukana navettaan meni lypsylehmää kohden 91 kg typpeä ja 21 kg fosforia. Haihdunta lypsylehmää kohden oli arviolta 45 kg typpeä. Myytyjen eläinten mukana navetasta poistui lypsylehmää kohden 11 kg typpeä ja 4 kg fosforia. Maitoon vuoden tarkastelujaksolla meni lypsylehmää kohden 51 kg typpeä ja 16 kg fosforia. Sontaan meni lypsylehmää kohden 143 kg typpeä ja 25 kg fosforia. Hävikki lypsylehmää kohden oli 2,1 kg typpeä ja 0,3 kg fosfori navetan sisältä. Tuotettua maitolitraa kohden kului noin kilo kuiva-ainetta rehua, jonka pitoisuus oli keskimäärin 0,026 kg typpeä ja 0,004 kg fosforia. Lypsylehmäkohtaiseen ravinteiden kulutukseen laskettiin tarkastelujaksolla mukaan uudistuseläinten kasvatus.

Ravinnekierron tehostamiseksi Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla ja ensisijaisesti navetassa olisi hyvä kokeilla ruokinnan laskemista tasolle, jossa naudan pötsimikrobien ravinnetarve tyydyttyy ja lopettaa turhan valkuaisen syöttäminen. Käytännössä ruokinnan raakavalkuaispitoisuus laskettaisiin tasolta 166 g/kg ka tasolle 130 g/kg ka, jolloin valkuaisen tarve riittää juuri kattamaan mikrobien tarpeen. Tällä tasolla lypsylehmän maitotuotos laskee hiukan, mutta ostorehujen määrä laskee myös. Lypsylehmä lakkaa olemasta kone, jonka läpi ajetaan maksimaalinen ravinнемäärä maksimaalisen maito määrän vuoksi. Tuotoksen ja ruokinnan voimakkuuden laskiessa lehmälle inhimillisempään tasoon alkaa se käyttämään saamiaan ravinteita paremmin hyödykseen, jolloin ravinteiden hyväksikäyttö paranee. Ruokinnan korsirehupitoisuuden noustessa rehupartikkeleiden viipyminen pötsissä pitenee ja ravintoaineet ehtivät hajoamaan paremmin. Ruokinnan raakavalkuaispitoisuuden laskemisella ruokinnassa voitaisiin päästä jopa 35 % typen hyväksikäyttöön. Tällöin ostorehujen tarve vähenisi, jolloin tilalla päästäisiin ruokinnassa korkeampaan kotoisten rehujen määrään. Maidon litrahinnan laskiessa voitaisiin tällä vaikuttaa niin saatavaan maitotuotto-rehukustannus tulokseen nostamalla samalla maidon pitoisuuksia.

Valkuaistäydennyksen jättämiselle pois kokonaan Mustialan navetan ruokinnasta on pohdittava kysymys, sillä mikäli ruokinta koostuu kokonaan kotoisista rehuista, voi typen hyväksikäyttö parantua jopa 23 %, mikä olisi merkittävää ajatellessa tilan omaa ravinnekiertoa. Laskennallinen tuotto tälle on kuitenkin vain prosentin luokkaa. Typpilannoituksen vähentämisellä ja korjuun viivästyttämisellä voidaan myös parantaa ruokintaketjun taloudellisuutta. Tehokkaimmaksi toimenpiteeksi niin taloudellista kuin ravinnetehokkuutta yhdessä nurmisäilörehun korvaaminen mitatessa nousee nurmisäilörehun korvaaminen kokoviljasäilörehulla, jolloin pellolta korjataan kerralla paljon ravinteita. Tällä menetelmällä voidaan taloudellista tulosta parantaa jopa 6 % ja typen hyväksikäyttöä 7 %.

Ruokinnan ravinteiden käytön tehostamiseksi fosforin osalta tulisi ruokinnasta poistaa jo aiemmin mainittu koko ruokinnan ylimääräinen fosforigramma jokaisesta syötettävästä kuiva-aine kilosta. Tällöin turhaan syötettyä suoraan lantaan päätyvää fosforia olisi 584 kiloa vähemmän vuositasolla. Mustialan peltojen fosforipitoisuuden ollessa muutenkin korkealla aiheuttaa tämä vuosittainen lähes kuudensadan kilon fosforimäärä varmasti lannan levitykselle lisähaastetta. Ruokinnan ylimääräistä fosforikuormaa voitaisiin vähentää vaihtamalla kaupallinen rypsi kotoiseen härkäpapuun ympärivuotisesti ruokinnassa, sekä tarkastamalla muiden ostettavien rehujen fosforipitoisuuksia.

Mustialassa kotoisen säilörehun hävikki näyttelee myös melko suurta osaa. Täydellinen hävikin määrä on pimennossa, sillä rehuista myydään osa eikä kukaan punnitse hävikkiä, mikä tapahtuu säilönnän ja rehun siirtelyn yh-

teydessä. Hävikin ollessa vuosi toisensa jälkeen korkea syö se turhaan peltojen panosta, työpanosta ja laadullisesta rehun maittavuutta ja ravinnearvoja. Turhan ja huonolaatuisen säilörehun tuottaminen on tilalle kallista.

Ylimääräisen valkuaisen poistuminen ruokinnasta vaikuttaa myös navetasta ja sonnasta haihtuvan ammoniakkin määrään. Valkuainen mitä lehmä ei käytä ruokinnassa hyödykseen tai haihduta jo itsestään siirtyy sontaan ja virtsaan, josta se vapautuu ilmakehään. Ammoniakkipäästön määriin vaikuttaa lannan ammoniakkipitoisuuden lisäksi ympäristön olosuhteiden suotuisuus haihtumiselle. Korkea lämpötila ja lannan siirtely sekä sekoittaminen edesauttavat ammoniakkin haihtumista, kun taas lietteen laimentaminen heikentää ureaentsyymien toimintaa. Kuivikkeista Mustialan navetassa käytettävä turve on happamuutensa puolesta paras kuivikeratkaisu, koska se sitoo ammoniakkia itseensä. Ammoniakin haihtuminen lannasta riippuu myös muista lannan ominaisuuksista eli lannan kemiallisesta koostumuksesta, jossa merkitystä ammoniakkin haihtumiselle tuo typpipitoisuus, pH, kuiva-aine-%, lämpötila, haihduttava pinta-ala, sääolosuhteet eli ympäristön lämpötila ja sademäärä, katteen käyttö ja tiiviys sekä ennen varastointia tapahtuva lannan käsittely.

Tällä hetkellä Mustialan opetus- ja tutkimusnavetan lietelannasta valtaosa päätyy ensin ritiläpalkille, josta lannanpuhdistusrobotti Puuhapete työntää sen ritilöiden välistä alas. Tämä toimintamalli on hyvä, sillä Puuhapete liikkuu tiuhaan tahtiin, eikä lanta kerkeä olemaan lattiapinnalla kauaa vapauttamassa ravinteita suoraan ilmaan. Lannan säilyttäminen slalom lietejärjestelmässä perustuu tarpeeseen sekoittaa sitä tasaisemmaksi massaksi, mikä tarkoittaa, että lantaa pumpataan kerran viikossa lietesäiliöön. Lantaa kuitenkin sekoitetaan automaattisesti kerran vuorokaudessa. Tällöin navetassa ja sen ympäristössä voi haistaa voimakkaan pistävän ammoniakista lähtevän hajun, kun sitä vapautuu lannasta ilmaan. Tämä ei ole kovin hyvä toimintamalli, jos ajatellaan tarvetta käyttää lantaa ruokinnasta päätyneet ravinteet uudelleen hyväksi viljelyssä. Mikäli sekoittaminen on järjestelmän toiminnan kannalta välttämätöntä, voisi sekoittamisen tiheyttä vähentää ja lannan siirtää sekoittamisen yhteydessä lietesäiliöön varastoon. Mikäli lantaa halutaan sekoittaa päivittäin, suosittelen lannan sekaan lisättäväksi vettä, joka laskee lannan mikrobien toimintaedellytyksiä seoksen laimettaessa ja muuntuessa mikrobeille epäystävällisempään muotoon.

Lannan ammoniakkin haihtumista voidaan vähentää myös lietelannan happokäsittelyllä, jossa lannan pH lasketaan rikki-, typpi- tai maitohapon avulla tai alumiinisulfaattilla alle 6-8. Kun pH on laskettu alle kuuden, pysyy ammoniakki ammoniummuodossa, jossa se on suola eikä haihdu. Lisätyn aineen määrästä ja ominaisuuksista saadaan ammoniakkin haihtumista vähennettyä 15-80 %, jolloin kyseiset ravinteet ovat käytettävissä peltoviljelyssä. Kun hapon lisäyksen kustannuksista vähennetään ravinteiden säästöstä saatava hyöty, on tuotto 0,32 €/m³. Mustialan navetan vuosittaisella noin 3 700 m³ lietelantamäärällä saataisiin säästöä yhteensä 1 184 €.

Lannan säilytyksen tapahtuessa Mustialassa avonaisissa lietealtaissa, antaa varastointi ammoniakille seuraavan mahdollisuuden haihtua, mikäli sitä ei ole käsitelty edellä mainitulla keinolla. Varastoinnin aikaista ammoniakin haihtumista voi kuitenkin vähentää tai haihtumisen voi estää lähes kokonaan lietesäiliön kattamisella. Vaihtoehtoina kattamiselle on kiinteä katto sekä erilaisten katteiden käyttö. Kiinteä katto estää ammoniakin haihtumisen lähes kokonaan ja katteiden käyttämisen onnistuminen riippuu katteesta ja sen levityksen onnistumisesta. Mustialan navetan kohdalla kiinteä kate olisi hyvä vaihtoehto rakennelmien ollessa muutenkin uusia. Erilaisten katemateriaalien investointikustannus säästettyä typpikiloa kohden vaihtelee 0,56- 2,61 euron välillä säästettyä typpikiloa kohden. Halvimpaksi vaihtoehdoksi osoittautuu silputun muun kuin vehnän oljen käyttö katteena, sen käyttökustannuksen ollessa 0,5 €/m² puolta vuotta kohden. Olki voisi olla ensimmäinen kokeiltava ratkaisu Mustialassa, mikäli jotain kiinteämpää katevaihtoehtoa ei haluta rakentaa heti.

Lannan uusiokäyttöä miettiessä olisi mahdollista Mustialassa harkita liete-lannan separoinnin kuivajakeen käyttämistä kuivikkeena. Separoitu kuivajae voidaan käyttää joko heti separoinnin jälkeen sellaisenaan parsiin tai vaihtoehtoisesti kompostoida ensin. Separoidun kuivikkeen käyttäminen kuivikkeena edellyttää oman separaattorin hankintaa ja lähes päivittäistä separointia. Kuivajakeen käyttämisellä voitaisiin vähentää ostettavan turpeen määrää, jota kautta tilalle tulisi säästöjä. Separointijärjestelmän hinta liikkuu 25 000 – 40 000 € välillä ja järjestelmän, joka hygienisoi kuivajakeen, liikkuu 90 000 – 250 000 € välillä. Järjestelmän investoinnin lisäksi tulisi investoida uudenlaiseen kuivitusjärjestelmään. Lannan käyttäminen kuivikkeena ei tuo tilalle niin suurta taloudellista hyötyä, että laitteisiin kannattaisi sijoittaa ja työmäärää lisätä.

LÄHTEET

Autio, S. & Kulmala, A. (2008) Maatilyrityksen ympäristöopas. Ympäristö-riskien hallinta. Maatalouden ympäristövaikutukset. Vantaa: ProAgria Keskusten liitto

Berninger, K. (2015) *Kestävä ruuantuotanto tarvitsee märehitijöitä. Mainio märehitijä.* Järki -hanke. Haettu 12.10.2017 osoitteesta https://www.jariki.fi/sites/default/files/julkaisut/jarki_marehtijajulkaisu_web.pdf

Fineli (2017) Elintarvikkeet. Raakamaito. Haettu 12.6.2017 osoitteesta <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/600>

Fineli (2017) Elintarvikkeet. Ternimaidon pitoisuudet. Haettu 12.6.2017 osoitteesta <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/602?q=ternimaito&foodType=ANY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=name&sortOrder=asc&component=2331&>

Frondeus, L. (2017) Lietteestä separoitu kuivajae kuivikkeena. Hanke-seminaari 29.11.2017. Luke, Maaninka. Haettu 3.12.2017 osoitteesta https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/lilli_frondeus_luke.pdf

Grönroos, J. (2014) *Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentämismahdollisuudet- ja kustannukset.* Ympäristöministeriön raportteja 26/2014. Haettu 17.7.2017 osoitteesta http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/YMra_262014_Maatalouden_ammoniakkipaasto%2832319%29

Gustafson (2000). Partitioning of nutrient and trace elements in feed among milk, faeces and urine by lactating dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 50: 111-120.

Hartikainen, H. (2016) *Maan vesi ja ravinnetalous.* Ojitus, kastelu ja ympäristö, Aineiden käyttäytyminen maaperässä. Fosfori. Salaojitusyhdistys ry: Helsinki.

Hellsted, M., Luostarinen, S., Regina, K., Särkijärvi, S., Grönroos, J. & Haapala, H. (2017) *Lypsykarjanavetoiden ammoniakkipäästöjen nykytaso ja vähentämismenetelmät.* Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2017. Haettu 18.11.2017 osoitteesta http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540248/luke-luobio_53_2017.pdf?sequence=1

Huhtamäki, T. (2013) Ympäristönäkökulmien huomioiminen lypsykarjan ruokinnan suunnittelussa. Maatalouden ympäristöneuvojien koulutus 1.10.2013 Tampere. Haettu 12.6.2017 osoitteesta
<http://docplayer.fi/25048384-Ymparistonakokulmien-huomioiminen-lypsykarjan-ruokinnan-suunnittelussa.html>

Jaakkola, S. (2010) *Lypsylehmän ruokinta. Rehujen koostumus*. Hämeenlinna. ProAgria Keskusten Liitto.

Jääskeläinen, M. (n.d) Ruokintahävikkien välttäminen säilörehuruokinnassa. Nurmex -tietoisku 8. Nurmesta tulosta -hanke. Haettu 12.3.2018 osoitteesta
<http://docplayer.fi/59024225-Ruokintahavikkien-valttaminen-sailorehu-ruokinnassa.html>

Kaasinen, S (2010) *Ravinnetaseet TEHO-tiloilla*. Haettu 20.7.2017 osoitteesta
www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC2163E00-FF2F-41F8-BA1C.../55533

Kaski, H. ja Luomajärvi, U. (2000) Typpi talteen kotieläintilalla. Typpipäästöt kuriin ja terveemmät eläimet oikealla ruokinnalla. Ilmajoki: Ilmajoen maatalousoppilaitos

Lamminen, M. (2014). Fosforin matka rehuista lantaan – ruokinnan keinot vähentää kotitalouden vesistökuormitusta 1/2. JÄRKI –hanke. Haettu 24.4.2017 osoitteesta
http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen_fosforin_matka_rehuista_lantaan.pdf

Lamminen, M. (2017) Typen ja fosforin aineenvaihdunta ja hyväksikäyttö kotieläimillä. Kestävä kotieläintuotanto. Haettu 16.12.2017 osoitteesta
<https://www.slideshare.net/MarjukkaLamminen/marjukka-lamminen-typen-ja-fosforin-aineenvaihdunta-ja-hyvyksiytt-kotielimill-kel250b-kevt-2017>

Lamminen, M. (2014). Typen matka rehuista lantaan – ruokinnan keinot vähentää kotitalouden vesistökuormitusta 2/2. JÄRKI –hanke. Haettu 24.4.2017 osoitteesta
http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen_typen_matka_rehuista_lantaan.pdf

Luke (2018) Fosforilaskuri. Ravinteiden hinnat. Haettu 20.3.2018 osoitteesta
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peltopalvelut/fosforilaskuri>

Luke 2017. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Luonnonvarakeskus. Haettu 14.6.2017 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>

Luomuwiki, (n.d) Peltoviljely-Karjatase. Haettu 12.1.2018 osoitteesta <https://www.luomuwiki.fi/doku.php?id=luomuwiki:karjatase>

Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. ja Munther, J. (2017). Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2017. SUOMEN NORMILANTA - laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Haettu 22.12.2017 osoitteesta http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/omalan-noitteet/eri-elainlajien-lannat/luke-luobio_47_2017/

Luostarinen, S., Logren, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio, K. & Järvempää, M. (2011) HYÖTYLANTA-tutkimusohjelman loppuraportti. Lannan kestävä hyödyntäminen 21/2011. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti21.pdf>

Lötjönen, T. (2014) Karjanlannan levityksen teknologiat ja talous. InnoTietoa! -hanke. Haettu 20.3 osoitteesta https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Nivala_Kempele_TimoL.pdf

Malgeryd, J. & Karlsson, S. (1996) Minska ammoniakförlusterna vid hantering av fast- och kledgödsel. Teknik för lantbruket nr 56. 11 s. Jordbrukstekniska Institutet.

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiahho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., zu Castell-Rudenhhausen, M. (2017) *Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa*. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke)

Minun maatilani (2017). Maatilan tiedonhallintapalvelu. Haettu 5.5.2017 osoitteesta <https://minunmaatilani.fi/fi-FI/0702576/home>

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Ruokintasuositukset, Lypsylehmien kivennäisruokintasuositukset. Haettu 10.5.2017 osoitteesta https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Marehtijat/Lypsylehmien_kivennaisruokintasuositukset

Niemistö, M. (2017) Naudan lihan fosforipitoisuus. Sähköposti 24.11.2017.

Nousiainen, J. (2017). Mikä on maidon sopiva ureapitoisuus? Maito ja Me, Terveys ja Hyvinvointi. Haettu 15.5.2017 osoitteesta:
<http://www.maitojame.fi/articles/mika-on-maidon-sopiva-ureapitoisuus/2379474>

Nousiainen, J., Tuori, M., Turtola, E. & Huhtanen, P. (2008) Maitotilan fosfori- ja typpikierron mallintaminen. Maataloustieteen Päivät 2008. Haettu 13.4.2018 osoitteesta
https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/hani_mtt.HANI_MTT_PACK_DSPACE.report?p_para1=1&p_para2=1&p_para3=45175&p_para4=26

Paasonen-Kivekäs, M. (2016) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Aineiden käyttäytyminen maaperässä. Typpi. Helsinki: Salaojayhdistys ry

ProAgria (2017). Karjakompassi. Maitotilan verkkopalvelut. Haettu 5.5.2017 osoitteesta
<https://www.proagria.fi/sisalto/karjakompassi-1227>

RaisioAgro (2018). Typpi lähtöisin valkuaisesta. Haettu 12.1.2017 osoitteesta
<https://www.raisioagro.com/typpi>

Rajala, J., (2005) *Luomuviljelyn suunnittelu, Ravinnetaseet*. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Haettu 12.6.2017 osoitteesta
http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/5.3_Ravinnetaseet_190405.pdf

Rajala, J. (2001) Ravinnetaseopas. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Mikkeli. Haettu 12.12.2017 osoitteesta
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134884/opaste.pdf?sequence=2>

Rinne, M. (2016) Ruokinnan optimointi talous- ja ympäristönäkökohdat huomioon ottaen. Innovaatioverstaas ”Viljelyn ja ruokinnan järjestäminen resurssiviisaasti”. Mustiala 12.4.2016. Haettu 12.2.2018 osoitteesta
http://kasvuahameessa.fi/wp-content/uploads/2016/03/Talous_ymparisto_Mustiala.pdf

Rinne, M. (2014) Lypsykarjan nykyaikainen ruokinta. Eläinterveyden tekijä -hanke, Savonia Ammattikorkeakoulu 4.11.2014. Luke, kotieläntuotannon tutkimus. Haettu 12.2.2018 osoitteesta
https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuarvot_MRinne_4.11.2014.pdf

Rinne, M. (2010) Monipuolinen kotovarainen ruokinta. Palkokasvit nurmissa, kokoviljasäilörehussa ja väkirehussa hyödyntäen. Haettu 12.2.2018 osoitteesta

[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipai-
kat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Artturi_palkokasvit_nau-
doille.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipai-
kat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Artturi_palkokasvit_nau-
doille.pdf)

Salo, T., Grönroos, J., Luostarinen, S., Kapuinen, P., Manninen, K., Rankinen, K. & Myllyviita, T. (2015). Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2015. Lietelannan happokäsittely lannan ravinteiden käytön tehostamisen tukena. Haettu 18.8.2017 osoitteesta

[http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/520282/luke-lu-
bio_56_2015.pdf;sequence=2](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/520282/luke-lu-
bio_56_2015.pdf;sequence=2)

Seuri, P. (2017) Mitä ravinnetehokkuus tarkoittaa? Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke. Hankeseminaari. Mustiala. 27.10.2017 Materiaali saatavilla osoitteesta

[http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2018/01/Seuri_mus-
tiala3_valmis.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2018/01/Seuri_mus-
tiala3_valmis.pdf)

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Acetona Energy Liuos. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

[http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-energia-
rehut/acetona-energy-liuos-126/](http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-energia-
rehut/acetona-energy-liuos-126/)

Suomenrehu, (n.d). Rehut. ADE-Hiven Rae. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

[http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-vitamii-
nit/ade-hiven-rae-142/](http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-vitamii-
nit/ade-hiven-rae-142/)

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Auto-Krossi II. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

<http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut//auto-krossi-ii-22/>

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Auto-Krossi III. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

[http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet/auto-
krossi-iii-23/](http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet/auto-
krossi-iii-23/)

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Farmarin Rypsi Mixer. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

[http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-tiivis-
teet/farmarin-rypsi-mixer-70/](http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-tiivis-
teet/farmarin-rypsi-mixer-70/)

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Lypsykivennäinen. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

<http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut//lypsykivennaenäinen-106/>

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Primo Asid. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

<http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut//primo-acid-116/>

Suomenrehu, (n.d). Rehut. Primo Kasvatus I. Haettu 6.6.2017 osoitteesta

<http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-hiehot/primokasvatus-i-56/>

Suomenrehu (n.d.) Rehut. Rehu-urea/Biuron. Haettu 25.2.2018 osoitteesta

<http://www.suomenrehu.fi/fi/rehut/naudanrehut-lypsylehmaet-seosrehuruokinta/rehu-urea-75/>

Söderlund, S., (n.d.) Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke, Omalannoitteen. Haettu 12.1.2018 osoitteesta:

<http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/omalannoitteen/eri-elainlajien-lannat/>

Tuori, M. (2009) *Lannan käsittely ja käyttö*. Naudan ruokinta ja lannan ravinteet. Hämeenlinna. ProAgria Keskusten Liitto

Tuotostutka (2018) Ureaindeksi lypsytalouden seuranta, Hämeen ammattikorkeakoulu Oy, kuukausiraportti 31.1.2018

Uusi-Kämppe, J., Yli-Halla, M. & Grek, K. (2003) Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Luke. Jokioinen. Maa- ja elintarviketalous 25. Haettu 13.5.2017 osoitteesta

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met25.pdf>

Vainio-Mattila B. (2017) ProAgria maitovalmennus 6.9.2017. Maa- ja metsätalousministeriö. Haettu 12.2.2018 osoitteesta

https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/vainio-mattila_punaisen_lihan_syontia_halutaan_hillita_ja_marehtijoiden_paas-toja_pienentaa_6.9.2017.pdf

Valma (2017). Valion maitotilayrittäjien oma palvelu. Haettu 5.5.2017 osoitteesta

<https://valma.valio.fi/>

Vanhatalo, A. (2010) *Lypsylehmän ruokinta. Ravinteiden sulatus ja käyttö*. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten Liitto.

Virtanen, J. (2017) Perusteita karjanlannasta ja sen käytöstä. Ylä-Savon ammattiopisto. Haettu 22.12.2017 osoitteesta

http://ravinnejaenergia.fi/site/wp-content/uploads/2017/06/Separointi_yleistietoa-karjanlannasta.pdf

Virtanen, J. (2017) Separoidun kuivajakeen käyttö kuivikkeena. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke. Ylä-Savon ammattiopisto. Haettu 12.1.2018 osoitteesta

<http://ravinnejaenergia.fi/site/wp-content/uploads/2017/06/separointi-k%C3%A4ytt%C3%B6-kuivikkeena.pdf>

VirtuaaliAMK (2017) Elintarvikkeet ravitsemuksessa. Maito ja maitovalmisteet. Koostumus. Haettu 12.6.2017 osoitteesta
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030804/1128602652922/1131010528912/1161672211253/1161672306649.html>

Vuorenpää, A. (2018) RaisioAgro. Sähköposti 12.2.2018.

Wilkman, A. (2016) SOLU (BIOS2). Haettu 25.3.2018 osoitteesta
<https://prezi.com/0vlyvh81dsff/solu-bios-2/>

YLE (2016) Lapualaistilalla tehdään eläinten lannasta kuiviketta ensimmäisenä Suomessa. Yle Uutiset Kotimaa 23.11.2016. Haettu 23.1.2018 osoitteesta
<https://yle.fi/uutiset/3-9311919>

Ympäristöministeriö (2010). Ympäristöhallinnon ohjeita 1. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ohje 2010. Haettu 14.6.2017 osoitteesta
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Julkaisut_ja_oppaat

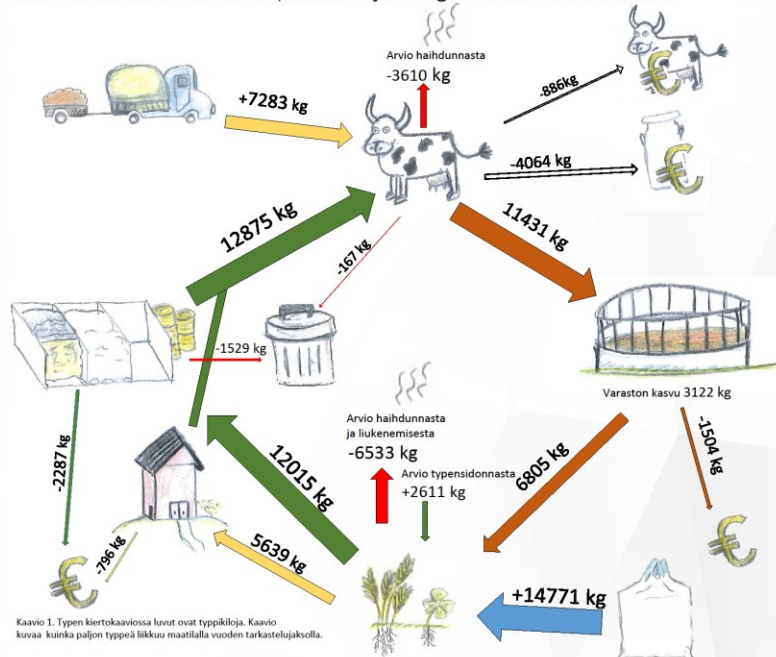
Ypyä, J. (2013). Typen kiertokulku maataloudessa. NUTS pähkinä purtavaksi. Haettu 6.5.2017 osoitteesta
<http://nutrient.fi/fi/content/typen-kiertokulku-maataloudessa>

Ypyä, J., Grönman, K., Virtanen, Y., Seuri, P., Soukka, R. & Kurppa, S. (2015) *Menetelmäkuvaus ravinnejalanjäljen laskemiseksi. Laskentaesimerkkinä elintarvikeketju*. NUTS- hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

Typen kierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla vuonna 2016

Teemu Rekola, Susanna Valttonen

Hämeen ammattikorkeakoulu, Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke

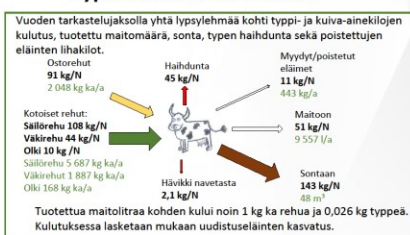


Kaavio 1. Typen kiertokaaviossa luvut ovat tyypikojoja. Kaavio kuvaa kuinka paljon typpeä liikkuu maatilalla vuoden tarkastelujaksolla.

Taseet kasvilajeittain

Kasvi	Pinta-ala ha	Lannoitteet kg N/ha	Lanta kg N/ha	Biolog. Sidonta kg N/ha	Yhteensä kg N/ha	Kuiva-ainetaso kg ka/ha	Sadossa poistunut kg N/ha	Tase kg N/ha
Ajallahoitoinen nurmi	29	114	50	16	181	7197	143	38
Sinimallaspitoineen nurmi	7	120	101	99	320	11391	232	88
Ajallaton nurmi	38	126	46	0	172	7369	139	33
Perustettu nurmi	8	34	99	0	134	2003	39	95
Ohra	23	53	39	0	92	2350	43	49
Kaura	18	60	47	0	107	2462	44	63
Herne	21	33	12	66	111	3009	105	6
Kevätrypsi	7	124	6	0	130	1712	66	68
Kevätrvehnä	4	124	0	0	124	3883	83	41
Secovilja	9	114	0	0	114	3871	89	25
Luonnonhoitopellot	15	5	0	0	5	1432	25	-20
Sisäviljely	4	0	0	0	0	2732	51	-51
Avokasvanto	1	0	0	0	0	0	0	0
Yhteensä/keskiarvo	185	80	37	14	131	4582	96	35

Typen kierto lehmää kohti



Tuotettua maitolitraa kohden kului noin 1 kg ka rehua ja 0,026 kg typpeä. Kulutuksessa lasketaan mukaan uudistuseläinten kasvatus.

Taulukko 1. Kasvilaji kohtainen typenkiertotilasto, siset sekä typpitaseet. Taulukosta voidaan arvioida millä keinoilla mahdolliset typpipäästöt ovat tapahtuneet.

Kaavio 2. Vuosittaisella lypsylehden kuiva-ainetaso ja typpipitoisuus määritellään, voidaan tarkastella yhden lehmän tarvetta ja löytää karjastaan parantamismahdollisuuksia. Yhden lehmän tarkastelu on vertailukelpoinen muille lypsylehmille.

HAMK Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilalla päätuotantosuuntana on maidontuotanto. Lypsylehmää on 80 ja nuorkarjaa 65. Peltoa on viljelykssä 185 ha. Myytävää maitoa tila tuotti 12 kk aikana 750 000 kg. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeessa laskettiin typen kierto koko tilalla, sisältäen niin peltoviljelyn kuin maidontuotannon typpivirrat. Tulokset esitettiin ravinnetaseina.

Mittaamalla ja arvioimalla

Ravinnetaselaskelmien haasteena oli erityisesti monien lukujen pohjautuminen arvioihin. Arviot perustuivat aikaisempiin tutkimuksiin sekä yleisiin viitearvoihin.

Kasvinviljelyn typpitaselaskelmissa pystyttiin mittaamaan satomäärät ja sadon typpipitoisuudet. Lisäksi tiedettiin lannoitteiden ja lannan mukana peltoon tulleet typpimäärät. Kuitenkin lähes täysin arvioitavaksi jäi biologinen typensidonta, maaperästä kasvin käyttöön mineralisoitunut typpi sekä maaperästä haihtunut ja liuenut typpi.

Maidontuotannon osalta mitattavia lukuja saatiin rehujen ja kuivikkeiden mukana ostetuista typpimääristä sekä navetta eläinten, maidon ja sonnan mukana poistuneista typpimääristä. Navetasta ja lannan varastoinnista haihtuva typpi puolestaan oli arvio. Haihtunut typpi arvioitiin navetalle viedyn ja sieltä pellolle lohkokorttien mukaan levitetyn typen erotuksesta.

Typpitaseet ja hyväksikäyttöprosentit

Kokotila, porttitase	
Ravinteita ostettu	22054 kg Lannoitteet + osto rehut
Ravinteita myyty	9516 kg Maito, eläimet, rehut, lanta
Porttitase	12538 kg Ostot - myynnit
Hyväksikäyttöprosentti	43 % Myynnit / Ostot * 100

Taulukko 2. Porttitase kuvaa ostettujen typpien hyödyntämistä tilalla. Tavoitteena on vähintään 50 % hyväksikäyttöprosentti. Tästä voidaankin päätellä Mustialassa olevan ravinnepölyämää, jota tulee vähentää. Ravinnepölyämää tarkastellaan tulevaisuudessa otettavissa, sillä kivennäis- ja poistuneista typpimääristä.

Peltoaselaskelma	
Ravinteita annettu	21576 kg Lannoitteet + lanta
Ravinteita sadossa	12504 kg Säilörehut + viljat
Peltoaseta	3922 kg Annetut ravinteet - poistuneet
Hyväksikäyttöprosentti	82 % Ravinteet sadossa/panostus * 100

Taulukko 3. Peltoaselaskelma antaa porttitasesta tarkennuksen kovan peltoviljelystä. Siltä voidaan tarkastella annettujen ja sadossa saatujen ravinteiden määrää. Peltoaselaskelman tavoitteena on 100 % hyväksikäyttöprosentti. Peltoaseta voi parantaa tarkentamalla lannoitusta ja perehtymällä mahdollisiin ravinnepölyämien syihin.

Karjataselaskelma	
Ravinteita annettu	20158 kg Omat rehut + Ostorehut + kuivikkeet
Ravinteita myyty	5028 kg Maito, eläimet
Karjataseta	15130 kg Rehut-maito-eläimet
Hyväksikäyttöprosentti	25 % Ravinteita myyty/panostus*100

Taulukko 4. Karjataselaskelma kertoo rehusta tuotettiin päätyttyä ravinteiden määrän. Tästä erotuksena syntyy lannan sirtynyt typpi. Karjataseta on maattolilla keskimäärin 20-25%.

Lantatase	
Lanta navetasta	15130 kg Annetut rehut - (maito + eläimet)
Omaan peltoon	6805 kg Omaan peltoon levitetty lanta
Varaston lisäys	3122 kg Varaston kasvu
Lanta myyty	1504 kg Myyty lanta
Lantatase	3699 kg Lannan ravinteet - (käytetty-varaston lisäys-myynti)
Hyväksikäyttöprosentti	76 % Lanta käytetty/lannan sisältämät ravinteet*100

Taulukko 5. Lantataseen on selvitettävä, kuinka tehokkaasti lannan ravinteet on käytetty tilalla heikillä. Lannan hyväksikäyttöprosentti vaikuttaa lannan käyttöön ja varastoinnissa huoltotilanteet ja haihtuneet ravinteet. Hyviksi lannan hyväksikäyttöprosentti arvioidaan 70-80 %. Lannan hyväksikäyttöprosentti voidaan vaikuttaa sen kiistelyä, varastointia, levitystä sekä määrittä. Lannan päätyttyä ravinteiden voidaan vaikuttaa rekonalla.

Katso tarkemmin typen kierrosta Mustialassa



Kaavioiden kuvat: Susanna Valttonen

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

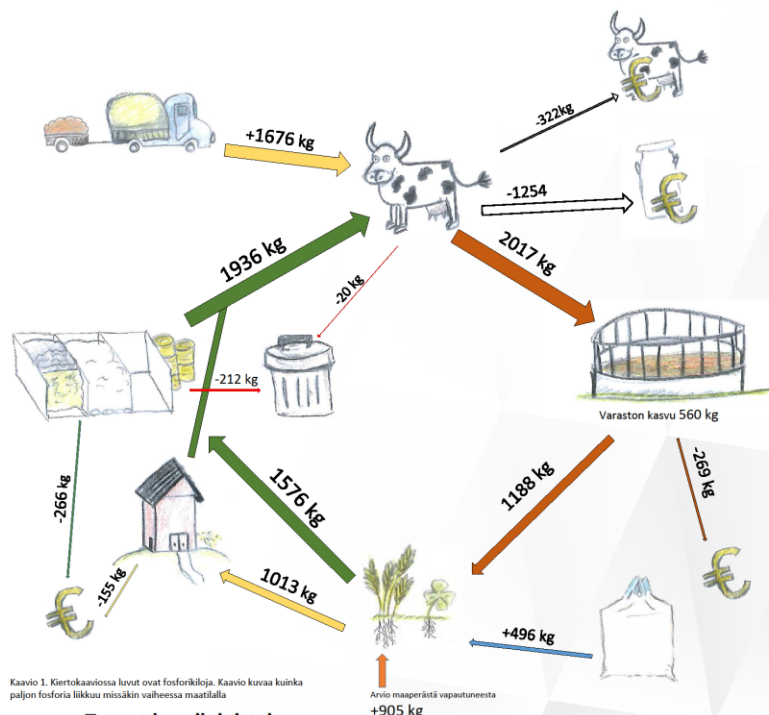
mmm.fi



Fosforin kierto Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla vuonna 2016

Susanna Valtonen, Teemu Rekola

Hämeen ammattikorkeakoulu, Ravinne- ja energiatehokas maatila -hanke



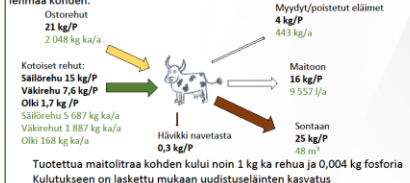
Kaavio 1. Kiertokaaviossa luvut ovat fosforikiloja. Kaavio kuvaa kuinka paljon fosforia liikkuu missäkin vaiheessa maatilalla.

Taseet kasvilajeittain

Kasvi	Pinta-ala ha	Lannoitteet kg P/ha	Yhteensä kg P/ha	Kuiva-ainetaso kg ka/ha	Sadossa poistunut kg P/ha	Tase kg P/ha
Apilapolttonen nurmi	29	3	6	9	7197	17
Sinimallapolttonen nurmi	7	10	14	25	11391	25
Apilaton nurmi	38	5	6	11	7369	17
Perustettu nurmi	8	4	27	32	2003	4
Ohra	23	0	9	9	2350	9
Kaura	18	5	9	14	2462	8
Herne	21	0	2	2	3009	15
Kevätrypsi	7	0	6	6	1752	16
Kevävehnä	4	0	0	0	3883	18
Seosvilja	9	0	0	0	3871	17
Luonnonhoitopelti	15	0	0	0	1432	3
Joskaylehyte	4	0	0	0	2752	7
Avokasanto	1	0	0	0	0	0
Yhteensä/keskiarvo	185	3	6	9	4582	-4

Fosforin kierto lehmää kohti

Vuoden tarkastelujaksolla yhden lypsylehmän fosfori- ja kuiva-ainekilojen kulutus, tuotettu maitomäärä, sonto sekä poistettujen eläinten lihakiloja eläintä lehmää kohden.



Kaavio 2. Vuositilalla lypsylehmän kuiva-aineen ja fosforikilojen määrällä voidaan tarkastella yhden lehmän tarvetta ja löytää karjatuotteen parantamismahdollisuuksia. Yhden lehmän tarkastelu on vertailukelpoinen muille lypsylehmätiloille.

HAMK Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilalla päätuotantosuuntana on maidontuotanto. Lypsylehmiä on 80 ja nuorkarjaa 65. Pelttoa on viljelyksessä 185 ha. Myytävää maitoa tila tuotti 12 kk aikana 750 000 kg. Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeessa laskettiin fosforin kierto koko tilalla, sisältäen niin peltoviljelyn kuin maidontuotannon fosforivirrat. Tulokset esitettiin ravinnetaseina. Pitkäaikaisen karjanpidon vuoksi peltotien fosforipitoisuudet ovat yleisesti korkeat. Tämä rajoittaa karjanlannan käyttöä sekä estää fosforipitoisten lannoitteiden käytön lähes kokonaan.

Mittaamalla ja arvioimalla

Ravinnetaselaskelmien tekemisen haasteena oli, että moni luku pohjautui arvioihin. Arviot perustuivat aikaisempiin tutkimuksiin sekä yleisesti käytettyihin viitearvoihin. Maidontuotannossa mitattuja arvoja saatiin käytetyistä rehuista ja kuivikkeista sekä navetalta poistuneista eläimistä ja lannasta, maidon fosforipitoisuus oli arvio.

Kasvinviljelyssä mitattuja määriä saatiin lannasta ja lannoitteista sekä sadon mukana poistuneesta fosforista. Osalla lohkoista käytettiin yleisiä fosforipitoisuuksia tarkempien tulosten puuttuessa. Täysin arvioitavaksi kohteeksi jäi kasveille maaperästä vapautunut fosfori. Vesistöön liuenut fosforia emme osanneet arvioida.

Fosforitaseet ja hyväksikäyttöprosentit

Kokotila, porttitase			
Ravinteita ostettu	2172 kg	Lannoitteet + ostorehut	
Ravinteita myyty	2288 kg	Maito, eläimet, rehut, lanta	
Porttitase	-86 kg	Ostot - myynnit	
Hyväksikäyttöprosentti	104 %	Myynnit / Ostot * 100	

Taulukko 2. Porttitase kuvaa ostettua fosforin hyödyntäytymistä tilalla. Tilan mittakaavassa fosforia on ostettu vähemmän kuin myyty, ja hyväksikäyttöprosentti on yli sata. Syy tähän seikka on peltotaseelaskelma taulukko 3.

Peltotaseelaskelma			
Ravinteita annettu	1684 kg	Lannoitteet + lanta	
Ravinteita sadossa	2589 kg	Säilörehut + viljat	
Peltotase	-905 kg	Annetut ravinteet - poistuneet	
Hyväksikäyttöprosentti	154 %	Ravinteet sadossa/panostus * 100	

Taulukko 3. Mustialan pellolla sadon mukana on saatu fosforia merkittävästi enemmän kuin sille on kasvukaudella annettu. Tämä fosfori on peräisin maaperästä. Mustialan peltotien fosforipitoisuus on järkevästi tyhjiä, hyviä tai korkeita joten maaperässä on ollut kapasiteettia luovuttaa fosforia kasvien käyttöön. Osalla lohkoista varsinkin pidemmällä aikavälillä tällainen maaperäfosforin käyttö köydyttää maata ja saattaa rajoittaa satoa.

Karjataselaskelma			
Ravinteita annettu	3612 kg	Omat rehut + Ostorehut + kuivikkeet	
Ravinteita myyty	1575 kg	Maito, eläimet	
Karjataselaskelma	2036 kg	Rehut-maito-eläimet	
Hyväksikäyttöprosentti	44 %	Ravinteita myyty/panostus*100	

Taulukko 4. Karjataselaskelma kuvaa rehuissa annetuista myytävien tuotteiden siirtymistä fosforin määrää. Näiden erotuksesta tuleva fosfori voidaan tulkita siirtyneen lantaan.



**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, toukokuu NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 26.05.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		66	
Ummessaolevat lehmät		15	
Yhteensä		81	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, 2.sato, matala sulavuus		0			3	
Nurmisäilörehu, kevätsato 5.5.2016		8			5	
ApilannumiSR, kevätsato, paalattu		3			0	
Auto-Krossi 3		3,7			0,0	
FarmRypsiMixer		2,0			0,4	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,08	
Lypsykivennäinen		0,18			0,00	
Farmarin Viljaseos		3,8			0,0	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		379			318	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,6			10,4	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,1				
Väkirehun osuus		0,46			0,06	
Karkearehun osuus		0,54			0,94	
Ostorehujen osuus		0,46			0,06	
Syönti-ind., KR		98			98	
Syönti-ind., VR		110			49	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus	702576	Laskentajakso	26.05.2016
Omistaja	Hämeen ammattikorkeakoulu oy	Lähtötiedot	Ruokintasuunnitelma
Laskelma	Lehmät, toukokuu NK		
Valitut eläinryhmät	Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät		

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind. dieetti		108			47	
Max syönti, kg ka/pv		21,23				
ka-syönti, kg ka/pv		21,25			8,18	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		172			136	
lv, osuus		0,77			0,82	
OIV, g/kg ka		97			81	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,51				
PVT, g/kg ka		32			30	
Rasva						
rr, g/kg ka		44			42	
Hilihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		694			626	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		300			527	
tärk, g/kg ka		142			1	
sok + tärk, g/kg ka		172			37	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		7,17			4,05	
P, g/kg ka		4,72			3,47	
Mg, g/kg ka		3,17			1,99	
K, g/kg ka		19,73			27,69	
Na, g/kg ka		1,96			0,22	
Vitamiinit						
A-vit., k.y./kg ka		2 673			5 293	
Karoteeni, mg/kg ka		50			70	
D-vit., k.y./kg ka		755			2 117	
E-vit., mg/kg ka		27			61	
Biotini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		18,81			10,66	
Dieetin hinta, snt/kg ka		20,68			11,63	



Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, toukokuu, ei vask. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.05.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		71	
Yhteensä		71	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, kevätsato		5	
FarmRypsiMixer		0,1	
Lypsykivennäinen		0,02	
Farmarin Viljaseos		0,3	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		279	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,3	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehun osuus		0,08	
Karkearehun osuus		0,92	
Ostorehujen osuus		0,08	
Syönti-ind., KR		95	
Syönti-ind., VR		47	
Syönti-ind. dieetti		42	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		5,76	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		136	


KarjaKompassi
Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, toukokuu, ei vask. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.05.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
lvo, osuus		0,84	
OIV, g/kg ka		79	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		19	
Rasva			
rr, g/kg ka		40	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		643	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		531	
tärk, g/kg ka		27	
sok + tärk, g/kg ka		45	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,66	
P, g/kg ka		2,96	
Mg, g/kg ka		1,48	
K, g/kg ka		20,20	
Na, g/kg ka		0,47	
Vitamiinit			
A-vit., k.y./kg ka		440	
Karoteeni, mg/kg ka		115	
D-vit., k.y./kg ka		146	
E-vit., mg/kg ka		7	
Biotiini, mg/kg ka			
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		11,90	
Dieetin hinta, snt/kg ka		11,97	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso

26.06.2016

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot

Ruokintasunnitelma

Laskelma Lehmät, kesäkuu NK

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		67	
Ummessaolevat lehmät		15	
Yhteensä		82	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
LS2 loppu 5-5-16		10			8	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		6			0	
Auto-Krossi 3		3,8			0,0	
FarmRypsiMixer		2,0			0,3	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,08	
Lypsykivennäinen		0,23			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		421			273	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,7			10,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,3				
Väkirehun osuus		0,54			0,05	
Kärkearehun osuus		0,46			0,95	
Ostorehujen osuus		0,28			0,05	
Syönti-ind., KR		95			95	
Syönti-ind., VR		118			48	
Syönti-ind. dieetti		112			43	
Max syönti, kg ka/pv		21,49				



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, kesäkuu NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 26.06.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
ka-syöinti, kg ka/pv		21,52			8,11	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		168			140	
lv, osuus		0,77			0,83	
OIV, g/kg ka		96			80	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,53				
PVT, g/kg ka		27			23	
Rasva						
rr, g/kg ka		43			40	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		700			631	
Karkearehmuus, g/kg ka		267			548	
tärk, g/kg ka		191			1	
sok + tärk, g/kg ka		218			18	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,73			4,07	
P, g/kg ka		4,51			3,06	
Mg, g/kg ka		2,93			1,26	
K, g/kg ka		14,72			20,83	
Na, g/kg ka		1,99			0,14	
Vitamiinit						
A-vit., k.y./kg ka		2 898			5 752	
Karoteeni, mg/kg ka		58			119	
D-vit., k.y./kg ka		830			2 301	
E-vit., mg/kg ka		37			65	
Biotini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		14,90			3,45	
Dieetin hinta, snt/kg ka		19,73			12,78	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Laskelma Hiehot, kesäkuu, ei vasik. NK

Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso

26.06.2016

Lähtötiedot

Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		68	
Yhteensä		68	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
LS2 loppu 5-5-16		5	
Kopioitu, O/K/V 40/40/20 16-12-15		0	
FarmRypsiMixer		0,0	
Lypsykivennäinen		0,02	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		270	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,2	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,04	
Karkearehum osuus		0,96	
Ostorehujen osuus		0,01	
Syönti-ind., KR		95	
Syönti-ind., VR		45	
Syönti-ind. dieetti		40	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		4,74	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		133	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, kesäkuu, ei vasik. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.06.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Summ.	Tot.	Poikk.
lvo, osuus		0,84	
OFV, g/kg ka		77	
OFV maidontuotantoon, g/valkuaiss g			
PVT, g/kg ka		18	
Rasva			
rr, g/kg ka		40	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		637	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		556	
tärk, g/kg ka		14	
sok + tärk, g/kg ka		31	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,74	
P, g/kg ka		2,71	
Mg, g/kg ka		1,41	
K, g/kg ka		20,70	
Na, g/kg ka		0,45	
Vitamiinit			
A-vit., k.y./kg ka		446	
Karoteeni, mg/kg ka		120	
D-vit., k.y./kg ka		148	
E-vit., mg/kg ka		7	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. summ. hinta, snt/kg ka		1,76	
Dieetin hinta, snt/kg ka		11,09	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, heinäkuu, NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 26.07.2016
 Lähtötiedot Ruokintas suunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		65	
Ummessaolevat lehmät		16	
Yhteensä		81	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, kevätsato		11			7	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		5			0	
Auto-Krossi 3		3,1			0,0	
FarmRypsiMixer		2,5			0,6	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,10	
Lypsykivennäinen		0,18			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		443			311	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8			11,0	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,6				
Väkirehum osuus		0,51			0,09	
Karkearehum osuus		0,49			0,91	
Ostorehujen osuus		0,27			0,09	
Syönti-ind., KR		103			103	
Syönti-ind., VR		115			50	
Syönti-ind. dieetti		119			54	
Max syönti, kg ka/pv		21,41				



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, heinäkuu, NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 26.07.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
ka-syönti, kg ka/pv		21,43			7,74	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		155			119	
hvo, osuus		0,75			0,80	
OIV, g/kg ka		97			83	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,62				
PVT, g/kg ka		13			-3	
Rasva						
rr, g/kg ka		42			40	
Hiilihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		712			664	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		255			473	
tärk, g/kg ka		172			1	
sok + tärk, g/kg ka		272			158	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,04			3,94	
P, g/kg ka		4,98			4,02	
Mg, g/kg ka		3,04			1,95	
K, g/kg ka		20,06			29,55	
Na, g/kg ka		1,68			0,23	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		2 337			6 860	
Karoteeni, mg/kg ka		61			114	
D-vit, k.y./kg ka		668			2 744	
E-vit, mg/kg ka		33			79	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		18,23			12,57	
Dieetin hinta, snt/kg ka		18,69			12,87	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, heinäkuu, ei vasik. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.07.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		60	
Yhteensä		60	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehn, keväsato		7	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		0	
FarmRypsiMixer		0,2	
Lypsykivennäinen		0,03	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		308	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehun osuus		0,07	
Karkearehun osuus		0,93	
Ostorehujen osuus		0,03	
Syönti-ind., KR		103	
Syönti-ind., VR		48	
Syönti-ind. dieetti		52	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		7,45	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		106	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, heinäkuu, ei vasik. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.07.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
lvvo, osuus		0,83	
OIV, g/kg ka		79	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		-12	
Rasva			
rr, g/kg ka		40	
Hiilihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		673	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		480	
tärk, g/kg ka		25	
sok + tärk, g/kg ka		184	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,53	
P, g/kg ka		3,49	
Mg, g/kg ka		2,04	
K, g/kg ka		29,37	
Na, g/kg ka		0,54	
Vitamiinit			
A-vit., k.y./kg ka		456	
Karoteeni, mg/kg ka		116	
D-vit., k.y./kg ka		152	
E-vit., mg/kg ka		8	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		10,48	
Dieetin hinta, snt/kg ka		10,57	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, elokuu, NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.08.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		68	
Ummessaolevat lehmät		12	
Yhteensä		80	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, keväsato		10			8	
OK/V 40/40/20 16-12-15		6			0	
Auto-Krossi 3		2,9			0,0	
FarmRypsiMixer		3,0			0,0	
Lypsykivennäinen		0,25			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		457			293	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,7			11,0	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,3				
Väkirehun osuus		0,54			0,00	
Karkearehun osuus		0,46			1,00	
Ostorehujen osuus		0,27			0,00	
Syönti-ind., KR		103			103	
Syönti-ind., VR		121			59	
Syönti-ind. dieetti		124			103	
Max syönti, kg ka/pv		22,63				
ka-syönti, kg ka/pv		22,62			7,73	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, elokuu, NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.08.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Valkuainen						
rv, g/kg ka		159			98	
lvvo, osuus		0,75			0,85	
OFV, g/kg ka		98			76	
OFV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,54				
PVT, g/kg ka		15			-16	
Rasva						
rr, g/kg ka		42			40	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		712			671	
Karkearehun kuiva, g/kg ka		238			518	
tärk, g/kg ka		184			0	
sok + tärk, g/kg ka		278			171	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,49			3,80	
P, g/kg ka		5,13			3,20	
Mg, g/kg ka		3,24			1,70	
K, g/kg ka		19,33			30,99	
Na, g/kg ka		1,86			0,20	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		2 538			0	
Karoteeni, mg/kg ka		58			125	
D-vit, k.y./kg ka		745			0	
E-vit, mg/kg ka		37			0	
Biotini, mg/kg ka		0			0	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		18,41			9,56	
Dieetin hinta, snt/kg ka		18,93			9,56	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, elokuu, ei vasik. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.08.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		73	
Yhteensä		73	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, kevätsato		5	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		0	
FarmRypsiMixer		0,1	
Lypsykivennäinen		0,02	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		313	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,10	
Karkearehum osuus		0,90	
Ostorehujen osuus		0,02	
Syönti-ind., KR		103	
Syönti-ind., VR		48	
Syönti-ind. dieetti		51	
Max syönti, kg ka/pv		7,14	
ka-syönti, kg ka/pv		5,03	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		104	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, elokuu, ei vasik. NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.08.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Summ.	Tot.	Poikk.
lvo, osuus		0,83	
OIV, g/kg ka		78	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		-13	
Rasva			
rr, g/kg ka		40	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		676	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		467	
tärk, g/kg ka		43	
sok + tärk, g/kg ka		199	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,65	
P, g/kg ka		3,41	
Mg, g/kg ka		2,08	
K, g/kg ka		28,66	
Na, g/kg ka		0,64	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		588	
Karoteeni, mg/kg ka		113	
D-vit, k.y./kg ka		195	
E-vit, mg/kg ka		10	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. summ. hinta, snt/kg ka		10,54	
Dieetin hinta, snt/kg ka		10,59	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 24.09.2016

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Laskelma Lehmät, syyskuu, NK

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		72	
Ummessaolevat lehmät		10	
Yhteensä		82	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu 18A, keväsato, paalattu		0			15	
Sinimailaspitoinen sr 12A, 1. sato		14			0	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		0			0	
Auto-Krossi 3		3,7			0,0	
FarmRypsiMixer		2,5			0,0	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,17	
Lypsykivennäinen		0,14			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		360			285	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,4			9,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,1				
Väkirehum osuus		0,31			0,01	
Kärkearehum osuus		0,69			0,99	
Ostorehujen osuus		0,30			0,01	
Syönti-ind., KR		100			91	
Syönti-ind., VR		94			69	
Syönti-ind. dieetti		94			61	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, syyskuu, NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.09.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Max syönti, kg ka/pv		20,14				
ka-syönti, kg ka/pv		21,11			14,80	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		166			96	
lv, osuus		0,77			0,85	
OIV, g/kg ka		97			69	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,51				
PVT, g/kg ka		26			-9	
Rasva						
rr, g/kg ka		47			40	
Hilihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		674			600	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		378			569	
tärk, g/kg ka		58			1	
sok + tärk, g/kg ka		109			47	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,62			3,81	
P, g/kg ka		4,43			3,18	
Mg, g/kg ka		2,84			1,69	
K, g/kg ka		22,68			30,70	
Na, g/kg ka		1,60			0,21	
Vitamiinit						
A-vit., k.y./kg ka		2 421			6 419	
Karoteeni, mg/kg ka		0			124	
D-vit., k.y./kg ka		673			2 568	
E-vit., mg/kg ka		26			71	
Biotini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		17,98			11,15	
Dieetin hinta, snt/kg ka		18,46			11,15	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, syyskuu, NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.09.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		72	
Yhteensä		72	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat
	Suunn. Tot. Poikk.
Nurnisäilörehu, kevätsato, paalattu	4
Sinimailaspitoinen sr, 1. sato	2
O/K/V 40/40/20 16-12-15	1
FarmRypsiMixer	0,9
Lypsykivennäinen	0,09

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat
	Suunn. Tot. Poikk.
Yleistä	
ka, g/kg	341
ME, MJ/kg ka (lehmät k)	10,3
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)	
Väkirehun osuus	0,25
Karkearehun osuus	0,75
Ostorehujen osuus	0,13
Syönti-ind., KR	94
Syönti-ind., VR	61
Syönti-ind. dieetti	55
Max syönti, kg ka/pv	8,09
ka-syönti, kg ka/pv	8,10
Valkuainen	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, syyskuu, NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.09.2016
 Lähtötiedot Ruokintas suunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
rv, g/kg ka		138	
lv, osuus		0,78	
OIV, g/kg ka		85	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		12	
Rasva			
rr, g/kg ka		41	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		640	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		424	
tärk, g/kg ka		69	
sok + tärk, g/kg ka		108	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		6,17	
P, g/kg ka		4,39	
Mg, g/kg ka		2,79	
K, g/kg ka		24,79	
Na, g/kg ka		1,22	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		1 400	
Karoteeni, mg/kg ka		62	
D-vit, k.y./kg ka		465	
E-vit, mg/kg ka		26	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		13,54	
Dietaan hinta, snt/kg ka		14,00	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 27.10.2016

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Laskelma Lehmät, lokakuu NK

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		67	
Ummessaolevat lehmät		12	
Yhteensä		79	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, kevätsato, paalattu		0			11	
Sinimailaspitoinen sr, 1. sato		11			0	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		5			0	
Auto-Krossi 3		4,2			0,0	
FarmRypsiMixer		2,5			0,6	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,13	
Acetona Energy liuos		0,10			0,00	
Lypsykivennäinen		0,15			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		439			296	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,7			9,9	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,1				
Väkirehun osuus		0,53			0,06	
Karkearehun osuus		0,47			0,94	
Ostorehujen osuus		0,31			0,06	
Syönti-ind., KR		100			91	
Syönti-ind., VR		119			51	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, lokakuu NK
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 27.10.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind. dieetti		119			42	
Max syönti, kg ka/pv		22,37				
ka-syönti, kg ka/pv		22,37			11,21	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		167			111	
lv, osuus		0,76			0,81	
OIV, g/kg ka		99			74	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,46				
PVT, g/kg ka		22			-1	
Rasva						
r, g/kg ka		46			40	
Hiilihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		703			605	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		261			540	
tärk, g/kg ka		173			1	
sok + tärk, g/kg ka		219			45	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,04			3,90	
P, g/kg ka		4,63			3,77	
Mg, g/kg ka		2,85			1,87	
K, g/kg ka		18,18			29,94	
Na, g/kg ka		1,72			0,22	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		2 552			6 316	
Karoteeni, mg/kg ka		0			117	
D-vit, k.y./kg ka		707			2 526	
E-vit, mg/kg ka		32			72	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. summ. hinta, snt/kg ka		20,12			12,28	
Dieetin hinta, snt/kg ka		20,56			12,48	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, lokakuu NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 27.10.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		66	
Yhteensä		66	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Nurmisäilörehu, keväsato, paalattu		3	
Sinimailaspitoinen sr, 1. sato		3	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		1	
FarmRypsiMixer		0,7	
Lypsykivennäinen		0,05	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		343	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,26	
Karkearehum osuus		0,74	
Ostorehujen osuus		0,10	
Syönti-ind., KR		96	
Syönti-ind., VR		59	
Syönti-ind. dieetti		55	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		7,11	
Valkuainen			


KarjaKompassi
Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, lokakuu NK
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 27.10.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
rv, g/kg ka		137	
lvvo, osuus		0,79	
OIV, g/kg ka		86	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		10	
Rasva			
rr, g/kg ka		41	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		649	
Karkearehum kuitu, g/kg ka		417	
tärk, g/kg ka		86	
sok + tärk, g/kg ka		126	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		5,11	
P, g/kg ka		4,13	
Mg, g/kg ka		2,36	
K, g/kg ka		24,04	
Na, g/kg ka		0,82	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		896	
Karoteeni, mg/kg ka		47	
D-vit, k.y./kg ka		297	
E-vit, mg/kg ka		20	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		13,16	
Dieetin hinta, snt/kg ka		13,54	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, marras AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.11.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		69	
Ummessaolevat lehmät		12	
Yhteensä		81	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
PP 18A 1.s 23-8-16		0			9	
ApilamurniSR, keväsato		12			0	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		5			0	
Auto-Krossi 2		2,9			0,0	
Farm Rypsi Mixer		2,0			0,7	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,14	
Acetona Energy liuos		0,09			0,00	
Lypsykivennäinen		0,10			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		436			302	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8			10,0	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,5				
Väkirehum osuus		0,46			0,09	
Karkearehum osuus		0,54			0,91	
Ostorehujen osuus		0,23			0,09	
Syönti-ind., KR		110			91	
Syönti-ind., VR		112			57	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, marras AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.11.2016
 Lähtötiedot Ruokintasusuunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind. dieetti		122			49	
Max syönti, kg ka/pv		21,77				
ka-syönti, kg ka/pv		21,77			9,45	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		164			118	
lvo, osuus		0,75			0,80	
OIV, g/kg ka		98			77	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,53				
PVT, g/kg ka		20			3	
Rasva						
rr, g/kg ka		41			40	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		709			605	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		307			523	
tärk, g/kg ka		165			1	
sok + tärk, g/kg ka		213			44	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		5,06			3,95	
P, g/kg ka		4,26			4,05	
Mg, g/kg ka		2,73			1,95	
K, g/kg ka		16,97			29,46	
Na, g/kg ka		1,21			0,23	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		1 762			7 937	
Karoteeni, mg/kg ka		0			114	
D-vit, k.y./kg ka		484			3 175	
E-vit, mg/kg ka		24			91	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		16,01			5,02	
Dieetin hinta, snt/kg ka		17,32			13,10	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, marras AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.11.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		61	
Yhteensä		61	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
PP 18A 1.s 23-8-16		3	
ApilamurniSR, keväsato		2	
O/K/V 40/40/20 16-12-15		2	
Farm Rypsi Mixer		0,9	
Lypsykivennäinen		0,09	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		377	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,7	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,34	
Karkearehum osuus		0,66	
Ostorehujen osuus		0,13	
Syönti-ind., KR		98	
Syönti-ind., VR		66	
Syönti-ind. dieetti		64	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		7,18	
Valkuainen			



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, marras AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.11.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
rv, g/kg ka		146	
hvo, osuus		0,76	
OIV, g/kg ka		89	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		14	
Rasva			
rr, g/kg ka		39	
Hilihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		660	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		378	
tärk, g/kg ka		114	
sok + tärk, g/kg ka		152	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		6,06	
P, g/kg ka		4,49	
Mg, g/kg ka		2,98	
K, g/kg ka		21,72	
Na, g/kg ka		1,31	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		1 481	
Karoteeni, mg/kg ka		52	
D-vit, k.y./kg ka		492	
E-vit, mg/kg ka		30	
Biotini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		10,17	
Dieetin hinta, snt/kg ka		13,89	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, joulukuu AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 27.12.2016
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		65	
Ummessaolevat lehmät		13	
Yhteensä		78	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Nurnisäilörehu, kevätsato, paalattu		0			8	
ApilamurniSR, kevätsato		10			0	
Tuoresäilötty vilja		4,2			0,0	
Herne		3,0			0,0	
Auto-Krossi 3		3,0			0,0	
Farm Rypsi Mixer		2,2			1,3	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,17	
Acetona Energy liuos		0,10			0,00	
Lypsykivennäinen		0,15			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		405			282	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8			11,2	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,1				
Väkirehum osuus		0,56			0,16	
Karkearehum osuus		0,44			0,84	
Ostorehujen osuus		0,24			0,16	
Syönti-ind., KR		107			106	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, joulukuu AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 27.12.2016
 Lähtötiedot Ruokintasusuunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind., VR		124			63	
Syönti-ind. dieetti		130			69	
Max syönti, kg ka/pv		23,10				
ka-syönti, kg ka/pv		22,75			9,12	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		185			190	
lv, osuus		0,76			0,79	
OFV, g/kg ka		105			95	
OFV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,56				
PVT, g/kg ka		43			51	
Rasva						
rr, g/kg ka		39			40	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		714			678	
Karkearehmu kuitu, g/kg ka		240			488	
tärk, g/kg ka		215			2	
sok + tärk, g/kg ka		257			45	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		6,50			4,06	
P, g/kg ka		4,51			4,76	
Mg, g/kg ka		2,89			2,17	
K, g/kg ka		17,51			28,39	
Na, g/kg ka		1,47			0,25	
Vitamiinit						
A-vit., k.y./kg ka		2 033			10 543	
Karoteeni, mg/kg ka		0			105	
D-vit., k.y./kg ka		575			4 217	
E-vit., mg/kg ka		24			123	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, sut/kg ka		19,69			16,05	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
Laskelma Hiehot joulu AH
Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 27.12.2016
Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		65	
Yhteensä		65	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
PP 18A 1.s 23-8-16		2	
ApilamurniSR, kevätsato		3	
Tuoresäilötty vilja		0,3	
Herne		2,2	
FarmRypsiMixer		0,4	
Lypsykivennäinen		0,07	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		388	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		11,1	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,37	
Karkearehum osuus		0,63	
Ostorehujen osuus		0,05	
Syönti-ind., KR		103	
Syönti-ind., VR		68	
Syönti-ind. dieetti		71	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		8,09	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot joulu AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 27.12.2016
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Sunn.	Tot.	Poikk.
Valkuainen			
rv, g/kg ka		159	
hvo, osuus		0,79	
OIV, g/kg ka		93	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		23	
Rasva			
rr, g/kg ka		32	
Hilihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		703	
Karkearehmu kuitu, g/kg ka		362	
tärk, g/kg ka		157	
sok + tärk, g/kg ka		207	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,90	
P, g/kg ka		3,86	
Mg, g/kg ka		2,46	
K, g/kg ka		20,70	
Na, g/kg ka		0,97	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		1 028	
Karoteeni, mg/kg ka		31	
D-vit, k.y./kg ka		341	
E-vit, mg/kg ka		18	
Biotini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. sunn. hinta, snt/kg ka		12,40	
Dieetin hinta, snt/kg ka		14,77	



KarjaKompassi

Ruokinnan seuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, tammi AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 24.01.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		62	
Ummessaolevat lehmät		16	
Yhteensä		78	

Rehunkäyttö, kg ka/eläim/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
ApilamummiSR, kevätsato		10			0	
ApilamummiSR, kevätsato		0			9	
Tuoresäilötty vilja		4,6			0,0	
Herne		3,2			0,8	
Auto-Krossi 3		2,9			0,0	
FarmRypsiMixer		2,3			1,9	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,18	
Acetona Energy liuos		0,09			0,00	
Lypsykivennäinen		0,15			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		476			346	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,9			10,6	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,4				
Väkirehum osuus		0,58			0,24	
Karkearehum osuus		0,42			0,76	
Ostorehujen osuus		0,24			0,17	
Syönti-ind., KR		110			100	



Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus	702576	Laskentajakso	24.01.2017
Omistaja	Hämeen ammattikorkeakoulu oy	Lähtötiedot	Ruokintasuunnitelma
Laskelma	Lehmät, tammi AH		
Valitut eläinryhmät	Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät		

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind., VR		125			69	
Syönti-ind. dieetti		135			69	
Max syönti, kg ka/pv		23,11				
ka-syönti, kg ka/pv		22,95			12,09	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		178			155	
lv, osuus		0,76			0,74	
OIV, g/kg ka		103			93	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,59				
PVT, g/kg ka		29			20	
Rasva						
rr, g/kg ka		39			38	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		729			645	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		238			442	
tärk, g/kg ka		230			33	
sok + tärk, g/kg ka		279			80	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		5,29			3,76	
P, g/kg ka		4,66			4,42	
Mg, g/kg ka		2,88			2,37	
K, g/kg ka		15,73			21,99	
Na, g/kg ka		1,46			0,25	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		1 979			8 271	
Karoteeni, mg/kg ka						
D-vit, k.y./kg ka		562			3 309	
E-vit, mg/kg ka		25			99	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. summ. hinta, sut/kg ka		18,95			15,75	



KarjaKompassi

Ruokinnan seuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 24.01.2017

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Laskelma Hiehot, tammi AH

Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		63	
Yhteensä		63	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
ApilamurniSR, keväsato		1	
ApilamurniSR, keväsato		5	
Herne		3,4	
FarmRypsiMixer		0,6	
Lypsykivennäinen		0,06	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		408	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		11,3	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehun osuus		0,43	
Karkearehun osuus		0,57	
Ostorehujen osuus		0,07	
Syönti-ind., KR		101	
Syönti-ind., VR		77	
Syönti-ind. dieetti		78	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		9,34	
Valkuainen			


KarjaKompassi
Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, tammi AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 24.01.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
rv, g/kg ka		167	
lv, osuus		0,78	
OIV, g/kg ka		97	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		25	
Rasva			
rr, g/kg ka		29	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		712	
Karkearehmu kuiva, g/kg ka		329	
tärk, g/kg ka		175	
sok + tärk, g/kg ka		227	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		4,29	
P, g/kg ka		4,01	
Mg, g/kg ka		2,40	
K, g/kg ka		18,85	
Na, g/kg ka		0,81	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		796	
Karoteeni, mg/kg ka			
D-vit, k.y./kg ka		264	
E-vit, mg/kg ka		17	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		16,14	
Dieetin hinta, snt/kg ka		16,38	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 26.02.2017

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Laskelma Lehmät, helmi AH

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		66	
Ummessaolevat lehmät		15	
Yhteensä		81	

Rehunkäyttö, kg ka/eläim/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
ApilamummiSR, kevätsato		11			0	
ApilamummiSR, kevätsato		0			9	
Myllärinseos he20oh40ka40		6			0	
Auto-Krossi 2		3,2			0,0	
Farmarin Rypsi Mixer		2,2			1,1	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,18	
Acetona Energy liuos		0,10			0,00	
Lypsykivennäinen		0,14			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		456			317	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,8			10,4	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		5,1				
Väkirehum osuus		0,51			0,13	
Karkearehum osuus		0,49			0,87	
Ostorehujen osuus		0,25			0,13	
Syönti-ind., KR		110			100	
Syönti-ind., VR		119			62	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, helmi AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 26.02.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Syönti-ind. dieetti		129			62	
Max syönti, kg ka/pv		22,96				
ka-syönti, kg ka/pv		22,33			10,32	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		169			133	
lv, osuus		0,74			0,75	
OIV, g/kg ka		100			86	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,50				
PVT, g/kg ka		24			7	
Rasva						
rr, g/kg ka		41			40	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		710			625	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		280			509	
tärk, g/kg ka		173			1	
sok + tärk, g/kg ka		220			50	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		5,52			3,83	
P, g/kg ka		4,46			3,63	
Mg, g/kg ka		2,93			2,24	
K, g/kg ka		16,36			23,30	
Na, g/kg ka		1,51			0,24	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		2 557			9 690	
Karoteeni, mg/kg ka						
D-vit, k.y./kg ka		851			3 876	
E-vit, mg/kg ka		28			112	
Biotiini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		16,38			13,67	
Dieetin hinta, snt/kg ka		17,79			13,67	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, helmi AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.02.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		68	
Yhteensä		68	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
ApilamurmiSR, keväsato		1	
ApilamurmiSR, keväsato		4	
Myllärinseos he20oh40ka40		1	
Farmarin Rypsi Mixer		0,7	
Lypsykivennäinen		0,06	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		347	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,23	
Karkearehum osuus		0,77	
Ostorehujen osuus		0,10	
Syönti-ind., KR		102	
Syönti-ind., VR		61	
Syönti-ind. dieetti		63	
Max syönti, kg ka/pv		7,14	
ka-syönti, kg ka/pv		7,14	
Valkuainen			



Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, helmi AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 26.02.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Summ.	Tot.	Poikk.
rv, g/kg ka		138	
lv, osuus		0,75	
OIV, g/kg ka		88	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		9	
Rasva			
rr, g/kg ka		39	
Hiilihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		654	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		445	
tärk, g/kg ka		66	
sok + tärk, g/kg ka		112	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		5,26	
P, g/kg ka		3,71	
Mg, g/kg ka		2,77	
K, g/kg ka		21,00	
Na, g/kg ka		1,03	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		1 565	
Karoteeni, mg/kg ka			
D-vit, k.y./kg ka		659	
E-vit, mg/kg ka		20	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. summ. hinta, snt/kg ka		12,42	
Dieetin hinta, snt/kg ka		12,42	



KarjaKompassi

Ruokinnan seuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 29.03.2017

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Laskelma Lehmät, maaliskuu AH

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Summ.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		67	
Ummessaolevat lehmät		11	
Yhteensä		78	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
ApilamunsiSR, syyssato		10			7	
Myllärin seos kaura-ohra-herne		6			0	
Auto-Krossi 2		3,3			0,0	
Farmarin Rypsi Mixer		2,9			1,0	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,26	
Acetona Energy liuos		0,10			0,00	
Lypsykivennäinen		0,16			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Summ.	Tot.	Poikk.	Summ.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		381			256	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,6			10,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		4,7				
Väkirehum osuus		0,55			0,16	
Karkearehum osuus		0,45			0,84	
Ostorehujen osuus		0,28			0,16	
Syönti-ind., KR		94			94	
Syönti-ind., VR		125			62	
Syönti-ind. dieetti		118			56	



Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, maaliskuu AH
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 29.03.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Max syönti, kg ka/pv		23,14				
ka-syönti, kg ka/pv		22,70			7,99	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		174			155	
lv, osuus		0,73			0,75	
OIV, g/kg ka		101			90	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,41				
PVT, g/kg ka		27			24	
Rasva						
rr, g/kg ka		38			36	
Hiihihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		696			622	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		267			500	
tärk, g/kg ka		178			3	
sok + tärk, g/kg ka		211			31	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		5,82			4,21	
P, g/kg ka		4,90			3,94	
Mg, g/kg ka		3,04			2,18	
K, g/kg ka		15,62			21,38	
Na, g/kg ka		1,60			0,27	
Vitamiinit						
A-vit, k.y./kg ka		2 714			18 204	
Karoteeni, mg/kg ka						
D-vit, k.y./kg ka		916			7 282	
E-vit, mg/kg ka		31			206	
Biotini, mg/kg ka		0			2	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		19,94			17,92	
Dieetin hinta, snt/kg ka		19,94			17,92	

Ruokinnanseurannan päivälaskelma hiehot maaliskuu 2017

Liite 24/1



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, maaliskuu AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 29.03.2017
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		66	
Yhteensä		66	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
ApilannumiSR, syyssato		5	
Myllärin seos kaura-ohra-herne		1	
Auto-Krossi 2		0,0	
Farmarin Rypsi Mixer		1,1	
ADE-Hiven Rae		0,00	
Acetona Energy liuos		0,00	
Lypsykivennäinen		0,09	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		288	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,6	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,29	
Karkearehum osuus		0,71	
Ostorehujen osuus		0,16	
Syönti-ind., KR		94	
Syönti-ind., VR		65	
Syönti-ind. dieetti		59	
Max syönti, kg ka/pv		7,14	



Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, maalisk. AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 29.03.2017
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
ka-syöinti, kg ka/pv		7,14	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		164	
lvvo, osuus		0,74	
OIV, g/kg ka		94	
OIV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		28	
Rasva			
rr, g/kg ka		36	
Hiihihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		654	
Karkearehun kuitu, g/kg ka		420	
tärk, g/kg ka		65	
sok + tärk, g/kg ka		91	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		6,57	
P, g/kg ka		4,49	
Mg, g/kg ka		3,20	
K, g/kg ka		19,32	
Na, g/kg ka		1,47	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		2 376	
Karoteeni, mg/kg ka			
D-vit, k.y./kg ka		1 001	
E-vit, mg/kg ka		29	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		15,58	
Dieetin hinta, snt/kg ka		15,58	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576

Laskentajakso 28.04.2017

Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy

Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Laskelma Lehmät, huhti AH (kesken)

Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Lypsävät lehmät		67	
Ummessaolevat lehmät		11	
Yhteensä		78	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
ApilamurniSR, syyssato		13			7	
Myllärin seos kaura-ohra-herne		5			0	
Fannarin Rypsi Mixer		2,9			0,8	
ADE-Hiven Rae		0,00			0,20	
Acetona Energy liuos		0,09			0,00	
Lypsykivennäinen		0,10			0,00	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä						
ka, g/kg		347			274	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,2			10,0	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)		4,4				
Väkirehum osuus		0,39			0,12	
Karkearehum osuus		0,61			0,88	
Ostorehujen osuus		0,15			0,12	
Syönti-ind., KR		95			95	
Syönti-ind., VR		106			60	
Syönti-ind. dieetti		101			55	
Max syönti, kg ka/pv		21,37				



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Lehmät, huhti AH (kesken)
 Valitut eläinryhmät Lypsävät lehmät, Ummessaolevat lehmät

Laskentajakso 28.04.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Ryhmä	Lypsävät lehmät			Ummessaolevat lehmät		
	Suunn.	Tot.	Poikk.	Suunn.	Tot.	Poikk.
ka-syönti, kg ka/pv		21,01			8,43	
Valkuainen						
rv, g/kg ka		171			158	
lv, osuus		0,74			0,76	
OFV, g/kg ka		99			92	
OFV maidontuotantoon, g/valkuais g		1,39				
PVT, g/kg ka		38			38	
Rasva						
rr, g/kg ka		36			36	
Hilihydraatit						
D-arvo, g/kg ka		652			595	
Karkearehmu kuitu, g/kg ka		327			475	
tärk, g/kg ka		124			2	
sok + tärk, g/kg ka		157			38	
Kivennäiset ja hivenaineet						
Ca, g/kg ka		5,63			5,83	
P, g/kg ka		4,31			3,29	
Mg, g/kg ka		2,50			2,11	
K, g/kg ka		17,14			21,02	
Na, g/kg ka		0,73			0,25	
Vitamiinit						
A-vit., k.y./kg ka		944			12 936	
Karoteeni, mg/kg ka						
D-vit., k.y./kg ka		398			5 174	
E-vit., mg/kg ka		20			147	
Biotini, mg/kg ka		0			1	
Hinnat						
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		15,60			15,43	
Dieetin hinta, snt/kg ka		15,60			15,43	

**KarjaKompassi****Ruokinnanseuranta, päivälaskelma**

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, huhti AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 28.04.2017
 Lähtötiedot Ruokintasunnitelma

Eläimiä, kpl

	Suunn.	Tot.	Poikk.
Hiehot ja lehmävasikat		69	
Yhteensä		69	

Rehunkäyttö, kg ka/eläin/pv

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
ApilamurniSR, syyssato		6	
Myllärinseos he20oh40ka40		1	
Farmarin Rypsi Mixer		0,8	
Lypsykivennäinen		0,06	

Ravintoaineiden saanti

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
Yleistä			
ka, g/kg		265	
ME, MJ/kg ka (lehmät k)		10,5	
ME maidontuotantoon, MJ/ekm kg (k)			
Väkirehum osuus		0,20	
Kärkearehum osuus		0,80	
Ostorehujen osuus		0,11	
Syönti-ind., KR		94	
Syönti-ind., VR		61	
Syönti-ind. dieetti		55	
Max syönti, kg ka/pv		8,09	
ka-syönti, kg ka/pv		8,09	
Valkuainen			
rv, g/kg ka		150	



KarjaKompassi

Ruokinnanseuranta, päivälaskelma

Karjatunnus 702576
 Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy
 Laskelma Hiehot, huhti AH
 Valitut eläinryhmät Hiehot ja lehmävasikat

Laskentajakso 28.04.2017
 Lähtötiedot Ruokintasuunnitelma

Ryhmä	Hiehot ja lehmävasikat		
	Suunn.	Tot.	Poikk.
hvo, osuus		0,76	
OTV, g/kg ka		89	
OTV maidontuotantoon, g/valkuais g			
PVT, g/kg ka		20	
Rasva			
rr, g/kg ka		35	
Hiilihydraatit			
D-arvo, g/kg ka		649	
Karkearehun kuiva, g/kg ka		475	
tärk, g/kg ka		47	
sok + tärk, g/kg ka		75	
Kivennäiset ja hivenaineet			
Ca, g/kg ka		5,62	
P, g/kg ka		3,81	
Mg, g/kg ka		2,70	
K, g/kg ka		20,38	
Na, g/kg ka		1,02	
Vitamiinit			
A-vit, k.y./kg ka		1 531	
Karoteeni, mg/kg ka			
D-vit, k.y./kg ka		645	
E-vit, mg/kg ka		19	
Biotiini, mg/kg ka		0	
Hinnat			
Opt. suunn. hinta, snt/kg ka		14,49	
Dieetin hinta, snt/kg ka		14,49	

Lanta-analyysi, lietelanta

Liite 27

Tutkimuksen yhteyshenkilö : Pirkko Laakso			
Tutkimusnro	504-2017-00002222/ AR-17-FV-001429-01		
Näytteen tiedot:	Lietelanta		
Saapumispvm :	7.4.2017 00:00:00	Tutkimus alkoi :	10.4.2017
Vedetut analyysit :	PFVT7: Lanta-analyysi		
Näyte otettu	5.4.2017 00:00:00	Saapunut	7.4.2017 00:00:00

Maanparannusaineet		Tulos (g/L)
FVT17	FV Liukoinen typpi Menetelmä : EN 13342; EN 13654-1 (mod.)	
	Typpi (N), liukoinen	30,5 g/kg ka
	Typpi (N)	2,7 kg/tonni
	Typpi (N)	2,6 kg/m³
FVT16	FV Kokonaistyyppi Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); EN 13342	
(a)	Typpi (N), kokonaispitoisuus	48,9 g/kg ka
(a)	Typpi (N)	4,3 (± 0,8) kg/tonni
(a)	Typpi (N)	4,2 kg/m³
FVT11	FV Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Fosfori (P), kokonaispitoisuus	8,7 (± 1,3) g/kg ka
(a)	Fosfori (P)	0,76 kg/tonni
(a)	Fosfori (P)	0,75 kg/m³
FVT06	FV Kalium, (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Kalium (K), kokonaispitoisuus	46 (± 9) g/kg ka
(a)	Kalium (K)	4,0 kg/tonni
(a)	Kalium (K)	4,0 kg/m³
FVT13	FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : ISO 6496:1999	
	Kuiva-aine	8,7 %
	Kosteus	91,3 %
FVT14	FV Tilavuuspaino	
	Tilavuuspaino	990 kg/m³

1800 m³

ALLEKIRJOITUS	
	Sinikka Rajamäki ASM ja laatujohtaja

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

<p>Huomautukset</p> <p>Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoitujen menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettyäessä.</p> <p># = tulos poikkeaa viitearvosta</p> <p>[] = Mahdolliset viitearvot ovat tuloksen perässä hakasulussa.</p> <p>FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).</p> <p>(a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).</p>


Lanta-analyysi, separoitu nestejää

Liite 28

Tutkimuksen yhteyshenkilö : Pirkko Laakso			
Tutkimusnro	504-2017-00002224/ AR-17-FV-001429-01		
Näytteen tiedot:	Nestejää (separoitu)		
Saapumispvm :	7.4.2017 00:00:00	Tutkimus alkoi :	10.4.2017
Vedetut analyysit :	PFVT7: Lanta-analyysi		
Näyte otettu	5.4.2017 00:00:00	Saapunut	7.4.2017 00:00:00

Maanparannusaineet		Tulos (MU)
FVT17	FV Liukoinen tyyppi Menetelmä : EN 13342; EN 13654-1 (mod.)	
	Typpi (N), liukoinen	50.1 g/kg ka
	Typpi (N)	1.1 kg/tonni
	Typpi (N)	1.1 kg/m ³
FVT16	FV Kokonaistyyppi Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); EN 13342	
(a)	Typpi (N), kokonaispitoisuus	89.0 g/kg ka
(a)	Typpi (N)	1.9 (± 0.4) kg/tonni
(a)	Typpi (N)	1.9 kg/m ³
FVT11	FV Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Fosfori (P), kokonaispitoisuus	10 (± 2) g/kg ka
(a)	Fosfori (P)	0.21 kg/tonni
(a)	Fosfori (P)	0.21 kg/m ³
FVT08	FV Kalium, (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Kalium (K), kokonaispitoisuus	85 (± 17) g/kg ka
(a)	Kalium (K)	1.8 kg/tonni
(a)	Kalium (K)	1.8 kg/m ³
FVT13	FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : ISO 6496:1999	
	Kuiva-aine	2.1 %
	Kosteus	97.9 %
FVT14	FV Tilavuuspaino	
	Tilavuuspaino	1000 kg/m ³

1900 m³

ALLEKIRJOITUS	
	Sinikka Rajamäki ASM ja laatupäällikkö

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Huomautukset
 Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoidut menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittauspävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettäessä.
 # = tulos poikkeaa viitearvosta
 [] = Mahdolliset viitearvot ovat tuloksen perässä hakasuluissa.

FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).
 (a) = Analyysit on tehty akkreditoidulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).


Lanta-analyysi, separoitu kuivajae

Liite 29

Tutkimuksen yhteyshenkilö : Pirkko Laakso			
Tutkimusnro	504-2017-00002223/ AR-17-FV-001429-01		
Näytteen tiedot:	Kuivajae (separoitu)		
Saapumispvm :	7.4.2017 00:00:00	Tutkimus alkoi :	10.4.2017
rdetyt analyysit :	PFVT7: Lanta-analyysi		
Näyte otettu	5.4.2017 00:00:00	Saapunut	7.4.2017 00:00:00

Maanparannusaineet		Tulos (mu)
FVT17	FV Liukoinen typpi Menetelmä : EN 13342; EN 13654-1 (mod.)	
	Typpi (N), liukoinen	7.3 g/kg ka
	Typpi (N)	1.2 kg/tonni
	Typpi (N)	1.0 kg/m³
FVT16	FV Kokonaistyppi Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); EN 13342	
(a)	Typpi (N), kokonaispitoisuus	23.6 g/kg ka
(a)	Typpi (N)	4.0 (± 0.8) kg/tonni
(a)	Typpi (N)	3.2 kg/m³
FVT11	FV Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Fosfori (P), kokonaispitoisuus	6.1 (± 0.9) g/kg ka
(a)	Fosfori (P)	1.0 kg/tonni
(a)	Fosfori (P)	0.81 kg/m³
FVT06	FV Kalium, (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : ISO 5516:1978	
(a)	Kalium (K), kokonaispitoisuus	20 (± 4) g/kg ka
(a)	Kalium (K)	3.4 kg/tonni
(a)	Kalium (K)	2.7 kg/m³
FVT13	FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : ISO 6496:1999	
	Kuiva-aine	17.0 %
	Kosteus	83.0 %
FVT14	FV Tilavuuspaino	
	Tilavuuspaino	790 kg/m³

150 m³
+
25 m³
Alue siirrossä
muista

ALLEKIRJOITUS 	Sinikka Rajamäki ASM ja laatupäällikkö
---	---

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Huomautukset
 Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoidut menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydetessä.
 # = tulos poikkeaa viitearvosta
 [] = Mahdolliset viitearvot ovat tuloksen perässä hakasuluissa.

FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).
 (a) = Analyysit on tehty akkreditoiduilla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).